LEZIONI
DI FISICA
SPERIMENTALE.

LEZIONI DI FISICA SPERIMENTALE

DEL SIGNOR

ABATE NOLLET,

DELL' ACCADEMIA DELLE SCIENZE DI PARIGI
DELLA SOCIETA' REALE DI LONDRA
DELL' ISTITUTO DI BOLOGNA
E MAESTRO DI FISICA DI S. A. R.
IL DELFINO.

TRADOTTE DAL FRANCESE.

TOMO TERZO.

IN VENEZIA, MDCCLI.
Presso GIAMBATISTA PASQUALI.
Con Licenza de' Superiori.

LEZIONI
DI
FISICA SPERIMENTALE.

LEZIONE IX.

Sopra la Meccanica.

DOpo d' avere insegnato, nelle precedenti Lezioni, le proprietà e le leggi del Moto, sì per li corpi solidi, come de' Fluidi; ci rimane in questa da ragionare pe' mezzi, co' quali si puo più comodamente, o con maggiore vantaggio esso moto impiegare. Questi mezzi sono le *macchine*, vale a dire, certi corpi, o masse composte; d' un lavoro, e d' una costruzione più o meno semplice, che trasmettono l' azione d' una potenza sopra una resistenza, e che la fanno crescere, o scemare, variando le velocità.

La scienza che tratta delle macchine, si chiama *meccanica*; e suppone una cognizione bastevole delle Matematiche e della Fisica:

 im-

imperocchè un Meccanico dee non solamente stimare, e misurare delle forze contrarie, relativamente alle loro posizioni respettive; ma conviene in oltre, ch'egli sappia distinguere, qual sia la natura di queste forze, quel che vi si possa framischiare d'estraneo, per la qualità delle materie che mettonsi in opera, per la circostanza del luogo, del tempo ec. Colui, il quale non possedesse, se non da parte fisica, potrebbe fare delle macchine durevoli, e ben assortite; quanto all'unione de' pezzi, e quanto alla lor maniera di muoversi: ma correrebbe risico d'ingannarsi sovente nelle proporzioni; e gli effetti riuscirebbono di raro tali, quai da lui s'aspettarono. Quegli poi che avesse solo cognizioni puramente matematiche, e che non considerasse, se non linee e punti nelle quantità, delle quali volesse far uso, troverebbe senza dubbio molta diminuzione, e svarianza, dopo l'esecuzione. Finalmente colui che non fosse nè Geometra, nè Fisico; lavorerebbe assolutamente da cieco, e non potrebbe lusingarsi di riuscire, fuorche per puro accidente; e ciò bene spesso, dopo molti tentativi inutili, faticosi e quasi sempre di non lieve spesa. Quest'è una verità, provata già da lungo tempo con l'esperienze, e che dovrebbe correggere molte persone, l'opera delle quali è infruttuosa. Ma siccome l'amor proprio, e la voglia d'essere Autore, fan che si stampino parecchie cattive Opere, ad onta della critica; così gli stessi motivi a un dipresso, e talor anche l'esca del guadagno, spingono a fare la spesa di un gran numero d'invenzioni, le quali non vedrebbono mai la luce, se coloro che se le immaginano,

nano,

nano, ne ſapeſſero quanto baſta per giudicarne.

Le cattive e imperfette macchine vengon fuori più frequentemente che le buone; e ciò diſcredita alquanto la Meccanica appreſſo di molti, i quali ingiuſtamente confondono il Macchiniſta col vero Meccanico: ma ſi deporrà facilmente queſt'idea, quando ſi rifletterà, che uomini dotti, del prim' ordine, sì antichi, come moderni, tra quali un Archita, un Ariſtotele, un Archimede ec. un Mariotte, un Amontons, un de la Hire, un Varignon: e molt'altri ſi ſono di propoſito applicati alla ſcienza delle Macchine utili, e ſi ſon reſi commendabili e famoſi, per lo progreſſo che vi han fatto. Le ſcoperte di tal genere fanno non men d'onore, e meritano eguale applauſo, che quelle di qualunque altra ſpezie: L'oggetto di queſta ſcienza non è egli infatti utiliſſimo in ſe ſteſſo, e non ne ricava forſe la Società conſiderabiliſſimi vantaggi? Quel che ſperar ne poſſiamo, arguiſcaſi da' bei ritrovati, da quali godiamo e ci approfittiamo attualmente: i mulini, che ci preparano la farina, le gualchiere che ſi ſodano i noſtri panni lani ed altri ſimili ordigni co'quai s'eſtrae l'olio da'vegetabili: le varie trombe, che ſollevano l'acqua per gli uſi noſtri, e per la decorazione de' noſtri giardini, le vetture con che riſparmiaſi tanta fatica e rendonſi così facili e comodi i traſporti; le carrucole o girelle, l'altalene, i torni, gli ſtrettoj, gli argani ec. la cui applicazione è così utile, e così frequente nell'architettura, e nella Navigazione: i ponti-levatoj, e tant'altri mezzi, uſati nella difeſa delle Piaz-

ze, che altro sono, se non macchine di palese e sensibile utilità, e, secondo le circostanze, d'una eziandio indispensabile necessità? Deesi per certo saper grado a coloro che non isdegnano di vincere l'attrattive lusinghiere della sublime Geometria, e volentieri ne intermettono lo studio, per avere il tempo d'applicare i di lei principj a ricerche di simil natura; le quali sono bensì meno risplendenti e speziose che non è la soluzione de' gran problemi; ma non pertanto a me pajono nulla men pregevoli, perchè più direttamente tendono al bene della Società, ed hanno per ordinario, usi ed applicazioni più prontamente, e talora più generalmente utili.

Due sorte di macchine si distinguono comunemente; quelle che sono *semplici*, e quelle che sono *composte*: le prime son come gli elementi delle altre; ed esse appunto saranno principalmente il soggetto della presente Lezione; imperocchè la moltiplicazione, e l'adunamento delle macchine semplici in un medesimo tutto, non porta alcun cambiamento essenziale nelle lor proprietà; e noi non dobbiamo qui porci a noverare con accurata pienezza tutte le macchine composte, che sono state date in luce, per mostrare tutte le applicazioni fattevi delle semplici. Ci contenteremo d'indicar quelle, che sono più in uso, la costruzione delle quali potrà intendersi più facilmente, e che non averanno bisogno di quelle lunghe e minute descrizioni, che aver non ponno luogo in quest'Opera.

Il numero delle macchine semplici varia, secondo la maniera di stimare o calcolare la loro

ro semplicità, alcuni considerando come semplice, quel che altri tengono o considerano come già composto; e però la cosa è arbitraria, nè di grande importanza: quanto a me, senza disapprovare le opinioni, dalla mia in questo conto diverse, pongo tre sole sorte di macchine semplici; e sono, la *Leva*, il *Piano inclinato*, e le *Corde*. Ma prima d'entrare a ragionar di ciascuna, giovera presuporre e stabilire alcune generali nozioni che renderanno più capibile la nostra teoria; e sciogliere innanzi tempo alcune difficoltà, le quali potrebbono nascere nel corso delle nostre Spiegazioni.

In una Macchina, vi ha quattro cose principali da considerare; la potenza, la resistenza, il fulcimento, o punto d'appoggio, o sia il centro del moto, e la velocità con la quale si fa muovere la potenza e la resistenza.

Quando la potenza che impiegasi in una Macchina, è lo sforzo d'un animale, dobbiamo stimarla relativamente alla natura, ed alla durata della fatica. Imperocchè quantunque un cavallo possa vincere per un assai corto tempo una forza di 500 ovver 600. lire; ed un uomo sostenga per alcuni instanti un peso di 100 o 150. lire; quando però trattasi di lavorare e faticare seguitamente, non si debbe far capitale se non d'uno sforzo, il quale non ecceda 25. o 30. lire, se parliam dell'uomo, e stia nella misura appresso a poco di 180. se del cavallo, e in oltre convien che operino con libertà, e che non vengano sforzati, o per la disposizione della macchina a cui l'applichiamo, o per la situazione del terreno, o d'altra guisa.

Se

Se la potenza è un peso o una molla, può accadere, ch'ella non sia d'un valore costante: imperocchè 1. a misura che una molla, o un ingegno lavora, o si dispiega, il suo sforzo si diminuisce; e se la macchina non è fatta in un modo, che supplisca a questa diminuzione, gli sforzi non ponn'essere così grandi sul fine, come sul principio. 2. Abbiam fatto vedere parlando delle Gravità, che l'accelerazione aumenta la forza de' corpi, che caggiono liberamente, cioè con velocità sensibilissima; laonde in tutti i casi, dove il moto è impresso dall'urto od impulso d'un corpo che discende, la macchina tanto più ne riceve, quanto da più alto il motore discende.

La *resistenza* è un' altra forza, o la somma di molti ostacoli, che s'oppongono al moto della macchina, cui la potenza avviva e fa movere; tal è un masso di pietra o marmo, che col suo peso resiste all'azione degli uomini, i quali fanno sforzo per tirarlo, o per trasportarlo, col mezzo d'una taglia, d'un arganello, di manovelle, ec.

La resistenza non è sempre una quantità costante, come un peso che si vuol trascinare o portar via; talor s' hanno da tender molle, da divider corpi, da sostener de' fluidi, ed in simiglianti casi la potenza ha più o meno da fare sul principio della sua azione, che sul fine. Per non restare a secco, debbesi proporzionar la macchina in guisa, che la resistenza, per grande il più ch'esser possa, trovisi tuttavia inferiore alla forza motrice. Così, quando trattasi, per esempio, di far salire l'acqua col mezzo d'una tromba, si deve considerare il

tubo

tubo ascendente, come sempre pieno, quantunque in verità nol sia, se non dopo un certo numero di sospinte dell'animella, durante le quali la forza motrice è più che sufficiente.

Chiamasi *punto d' appoggio*, *Centro di moto*, o *Hypomochlion* (quasi sotto stanga) quella parte d'una macchina, attorno della quale le altre si muovono; in una bilancia, egli è quell' interstizio o punto della cassa, sul quale riposa l' asse del fusto; in una ruota di carrozza, è l' estremità di quel raggio, che attualmente tocca il terreno, quando ella rotola: è l'arpione d'un uscio, l'asse d'una carrucola ec.

Il centro del moto non è sempre un solo punto fisso; ma in molte occasioni è una serie o fila di punti che forman' una linea; tal è l' asse d' una sfera; tali sono le cerniere, i gangheri e tutto quello che ne fa l' ufizio.

Il punto d'appoggio, spesse volte è sol fisso relativamente alla rivoluzione, della quale egli è il centro: può per altro essere mobile; tal è, esempigrazia, l' asse d' una carretta, che viene trasportato in una direzione parallela al terreno, mentre egli è il centro del moto delle ruote; qualche volta ancora cotesto punto d'appoggio è l'azion d' un corpo animato che ne fa le veci: come quando due uomini portano insieme qualche peso, sopra un bastone, del quale ciascuno sostiene un capo; l'un de' due indifferentemente può essere considerato come potenza, o come un punto d'appoggio.

Le velocità si misurano dagli spazj, che la potenza e la resistenza percorrono, o che percorrerebbono attesa la disposizione della macchina, se l' una trasportasse l' altra. Un uomo, per

per esempio, che tira un peso col mezzo d'un arganello, descrive, camminando, la circonferenza d'un circolo; e nel mentre ch'ei tal cammino percorre, il peso s'avvicina una certa quantità; sono per appunto questi spazj quinci e quindi percorsi, che determinano le velocità relative; imperocchè il tempo è eguale per l'un e per l'altro. Nella stessa guisa, quando i due bacini d'una bilancia sono in riposo per cagion d'equilibrio, le lor velocità si conoscono dalla strada che farebbono nel medesimo tempo, ascendendo l'uno, e discendendo l'altro, se avesse luogo il moto.

La gravità è una forza, che spesso impiegasi in Meccanica come potenza o come resistenza: quantunque ella appartenga egualmente a tutte le parti di materia rinchiuse sotto un medesimo volume: noi per attenerci al più semplice, la considereremo come posta in un solo punto, cui chiameremo, *Centro di gravità*.

Questo centro di gravità, non è sempre il centro della figura; ma è un punto, da cui essendo un corpo sospeso, tutte l'altre sue parti restano in quiete, e col quale si muovon tutte, quand'egli cessa d'essere appoggiato. Di qui è facile comprendere, che questo punto non si trova giusto nel mezzo, se non ne i corpi perfettamente omogenei, e che hanno una figura regolare. In una palla rotondissima, esempigrazia, uniformemente densa, è chiaro che tutti i raggi, o semidiametri sono eguali, e del medesimo peso; eguali a cagione della figura perfettamente sferica; dello stesso peso, a cagione dell'omogeneità delle parti: tutto è dunque in equilibrio attorno d'un punto, che è cen-

centro e di gravità a un tratto e di figura. Non è già così d'una freccia, la cui estremità è ferrata, o d'una penna da scrivere; se la sua lunghezza si divide in due parti eguali, l'una troverassi più pesante che l'altra, e la sezione non sarà passata per lo centro del suo peso, quantunque siesi fatta nel centro della sua figura.

Nella stessa maniera che si concepisce tutto il peso d'un corpo, riunito in un solo punto, considerasi parimente, in uno spazio infinitamente piccolo, la gravità di più corpi che ad una medesima azione col loro peso concorrono. Quando molte masse pesano sopra una medesima corda per mezzo di fila, che ve le appendono, si può considerare il nodo o gruppo comune di queste fila, come il centro delle gravitadi particolari. A, B, *Fig.* 1. essendo dunque i centri di gravità dei due corpi sospesi, le azioni loro si riuniscono in C od in qualunque altro punto che vorrassi trascegliere nella linea *c* D, purchè il peso A sia eguale al peso B; imperocchè se una delle due palle fosse di legno, e l'altra di pietra, il centro della più pesante s'avvicinerebbe d'avantaggio alla linea *c* D, e la linea *a b* sarebbe spartita per la direzione *b* D in due parti ineguali, la più lunga delle quali starebbe alla più corta, come il peso più grande al più piccolo.

Qualunque possa essere il numero di cotesti corpi pesanti, datochè si conosca il centro di gravità di essi, facilmnnte si determina il luogo, ove riunisconsi le loro forze, perchè son note le distanze; ma ciò s' intenderà meglio, quando averemo spiegata la teoria della Leva.

Il peso ha una intensione differente, quando i cor-

i corpi sono più o meno lontani dal centro della Terra a cui tendono; mà nel decorso di questa Lezione, noi non farem caso di questa differenza, perchè ella non è mai sensibile nell'estensione, che può aver una macchina; perciò supporremo che un peso, la cui caduta non è accelerata, esercita sempre la stessa forza o la stessa pressione, in tutta la sua direzione. Una secchia piena d'acqua che pesa 100. lire su la caruccola o girella del pozzo, quand'ell'è in alto; stimasi dunque che pesi egualmente, quand'è 50. o 60. piedi più bassa (astraendo dal peso della corda;) e colui che suona una campana, fa sempre il medesimo sforzo; sia chè la corda abbia molta, o poca lunghezza.

Noi terremo altresì come parallele le direzioni di due pesi distanti l'un dell'altro, quantunque in rigore sieno un poco inclinate fra esse, poichè tutti i corpi gravi tendono ad un medesimo punto ch'è il centro della terra: mà nè siam tanto lontani, chè non abbiam da temere alcun sbaglio, o falso computo, nel trascurare cotale inclinazioue.

Per rimovere tutto quello che in qualche maniera è straniero al nostro oggetto presente, in tutta questa Lezione astraeremo da'sfregamenti e dalla resistenza de'mezzi; che son tuttavolta ostacoli, de'quai deesi tener conto nella pratica, ed i quali, allorchè si trascurano, o che non si stimano secondo il lor giusto valore, cagionano errori considerabili ne'calcoli che si fanno sul prodotto delle macchine, come l'abbiam dimostrato nella terza Lezione, spiegando la prima Legge del moto.

PRI-

PRIMA SEZIONE.

Della Leva.

UNA Leva considerata matematicamente, non è altro che una linea retta senza gravità, che regola le distanze e le posizioni della potenza, della resistenza, e del fulcimento, o punto d'appoggio. Se nella pratica questa linea divien pesante e curva, il suo peso deve considerarsi, come parte della potenza o della resistenza; e la sua curvatura può sempre ridursi alla distanza, ch'ella mette tra quelle due forze avuto riguardo alle loro direzioni, ovver tra l'una di esse, e il punto d'appoggio: così EFG, Fig. 2. equivale a *eg*: e se le due parti EF. FG, sono di ferro, o di qualch'altra materia sensibilmente pesante, ciascuna fa parte della massa E, o G, cui regge e sostiene.

Distinguonsi ordinariamente tre generi di leve per tre differenti posizioni, che si possono dare alla potenza, alla resistenza, ed al centro del moto o punto d'appoggio. Potrebbesi, seguitando l'esempio d'Autori celebri, * avere in conto d'altre due potenze, quel ch'io ho nominato resistenza e punto d'appoggio; ed allora la distinzione delle Leve in tre generi non avrebbe luogo; ma emmi più paruto comodo ed utile, seguitare il metodo più usitato

* Traité de Mechanique de M. de la Hire.

to in una Lezione, la quale non è un trattato di Meccanica, ma piuttosto un esposizione semplice de' principj di questa scienza. Per rappresentar dunque le tre sorte di leve, additerò la potenza o forza motrice col mezzo d'una mano A, la resistenza col mezzo d'un peso B, ed il punto d'appoggio, con un perno C *.

Le leve del primo genere sono quelle, nelle quali il punto d'appoggio è tra la potenza e la resistenza. *Fig.* 3.

Quelle del secondo genere hanno la resistenza tra il punto d'appoggio e la potenza. *Figura.* 4.

In quelle del terzo genere, la potenza è collocata tra il punto d'appoggio e la resistenza. *Fig.* 5.

Le spezie di ciascun genere si distinguono per la distanza che vi è dalla potenza al punto d'appoggio, relativamente e per comparazione a quella che vi è tra questo medesimo punto e la resistenza. Se per esempio, il perno, in luogo d'essere in C, fosse in *c*, *Fig.* 3 sarebbe sempre una leva del primo genere, ma la spezie sarebbe differente; laonde per esprimersi con accuratezza sopra qualunque leva, si dirà. „ Ell'è del tale, o tal genere, e le „ distanze delle forze resistenti motrici dal punto d'appoggio, sono tra esse nella relazione di 2 a 3, o a 4, o a 5, ec. „

La distanza di queste due forze dal punto d'appoggio, determina la strada che elleno hanno da fare, e per conseguenza le lor velocità imperocchè non potendosi l'una moversi senza

* Fig. 3. 4. 5. 6.

za l'altra, è evidente che la potenza A *Fig. 6.* non adoprerà maggior tempo in percorrere l'Arco *Aa*, di quel che ne consumerà la resistenza per terminare il suo *Bb*. Quando i tempi sono eguali, le velocità debbono paragonarsi per mezzo degli spazj corsi o da correre, * come abbiamo insegnato parlando delle proprietà del Moto. Essendo per tanto che gli archi *Aa*, e *Bb*, seguon fra loro la relazione o l'ordine mutuo de' loro raggi AC, e BC, e certo che conoscendo queste due ultime distanze, si sa la velocità della potenza, e quella della resistenza. Dal che segue:

1. Che un peso operante come potenza o come resistenza, col mezzo d'una leva collocata orizontalmente, ha tanto maggior forza, quanto è più lontano dal punto d'appoggio.

2. Che due masse uguali opposte l'una all'altra sopra una simile Leva, non possono essere in equilibrio, se non quando sono, ad eguali distanze dal punto d'appoggio e operano per versi contrarj.

3. Che due pesi ineguali esercitano ivi, l'un contro l'altro forze eguali, quando le loro distanze dal punto d'appoggio sono reciprocamente come le masse.

Queste tre proposizioni si renderanno più ovvie e sensibili, col mezzo delle esperienze.

* Tom. 1. p. 170. e seg.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Figura* 7. rappresenta un piano verticale elevato sopra una base, e traforato con una Scanalatura HI; il pezzo K è una spezie di cassa che può collocare in differenti luoghi della scalanatura col mezzo d'un manico a vite, che l'attraversa, e che per di dietro si ferma con una madrevite. LM è un piccolo rottolo o incastro di metallo, che si muove sopra due perni nella cassa, ed in cui si fa scorrere la leva NO, per fermarla a quel sito della sua lunghezza che più si vuole: così il punto fisso cambia luogo, non solamente sul piano, ma anche sopra la leva; le estremità di questa leva sono forate, per poter ricevere pesi, che portino ciascheduno una piccola fibbia o catenella di sotto, onde poter riceverne degli altri. P è una massa, che s'infilza nella Leva, e che vi si ferma nel sito ch'è appropostito per metter essa leva in equilibrio con se medesima nel caso ove il punto d'appoggio non sta nel mezzo della di lei lunghezza. Q è una carrucola mobilissima sopra il suo asse, che collocasi a forchetta, ed a quella distanza che più si vuole sulla sommità del piano verticale; questa carrucola vien'abbracciata da una cordicella, che da un capo porta un peso, e dall'altro un uncino per sostenere la leva, nel caso ove il punto fisso trovisi situato ad una delle due estremita.

Con

Con questa macchina così preparata, si può mettere in prova le leve d' ogni genere, e d' ogni specie, variare la potenza e la resistenza, non solamente quanto alle loro distanze dal punto d'appoggio, ma ancora quanto alle loro masse, o quantitadi assolute; e col mezzo del contrappeso P, G, la leva può sempre rassomigliare ad una linea Matematica, inflessibile e senza peso.

Supposti dunque tai mezzi, noi ci asterremo dal farli comparir di nuovo nelle nostre figure, e rappresenteremo ciascuna esperienza con linee, affine di rimovere dalle nostre Spiegazioni tutto quello che è straniero, e di non occupare l' attenzione del Lettore se non con l' oggetto di di cui si tratterà.

Avendo disposta per tanto la leva in tal maniera che il suo punto fisso trovisi tra due pesi come è rappresentato dalla Fig. *e*. Si osserverà quello che segue.

EFFETTI.

1. Se il punto fisso è in *a*, cioè, se spartisce la leva in due braccia eguali, una potenza d' una lira sostiene una resistenza d' egual peso.

2. Se il punto fisso è in *b*, il braccio della potenza è due volte altrettanto lungo che quello della resistenza, una lira in P sostiene due lire in R.

3. Se il punto fisso è in *c*, tre volte più lontano è *c* da *p*, che lo sia *c* da *r*; la medesima lira impiegata in P ne sostiene tre, poste in R.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Convien disporre la macchina che nella (Fig.7.) abbiamo descritta, in guisa tale che il punto fisso si trovi ad una delle estremità della leva, e che l'annello nel quale passa la leva sostenuta dalla potenza P, possa collocarsi primieramente nel punto 2, e appresso nel punto 1. *Vedi la Fig. 9.*

EFFETTI.

Nel primo caso, R pesando una lira, fa equilibrio con P, il cui peso è una lira $\frac{1}{2}$.

Nel secondo caso, per ottener l'equilibrio, bisogna mettere i due pesi nella proporzione di 3. ad 1, cioè che la massa P, lontana dal punto d'appoggio sol d'uno spazio, pesi 3 lire, mentre l'altra R ch'è nella terza distanza, ne pesa sol una.

Questa Leva che è del terzo genere, rappresenta ancor quella del secondo, se si considera come resistenza ciò che noi abbiam considerato come potenza.

SPIEGAZIONI.

I principj da me già posti di sopra, lascian poco da dire, per spiegar i fatti riferiti in queste due prime esperienze. L'azione o la forza d'un

d'un corpo si misura dalla quantità del moto ch'egli ha, o ch'egli avrebbe, se non venisse rattenuto; ora la quantità del moto risulta dalla massa moltiplicata per la velocità. Sopra una medesima leva la potenza e la resistenza non possono muoversi che nel tempo istesso, le loro velocità, cioè quelle ch'elleno hanno, o ch elleno avrebbono, se avesse luogo il moto, non possono dunque variare se non per gli spazj. Se vi è equilibrio tra 1. lira e 1. lira, sopra una leva orizontale spartita in due braccia eguali dal punto d'appoggio, come si è veduto nel primo effetto della prima esperienza; ciò avviene perchè la leva non si può muovere, senza che i due pesi percorrano archi eguali nel medesimo tempo, ovvero (ch'è la stessa cosa) senza che abbiano la medesima velocità: egualità di velocitadi, ed egualità di masse quinci e quindi, producono sforzi eguali, che si distruggono reciprocamente, perchè si fanno per versi contrarj, il che chiamasi equilibrio.

Nel secondo effetto, si vede una lira, che ne sostien due, perchè ella è talmente collocata, che avrebbe due volte più di velocità, che il peso opposto; 1 di massa moltiplicato per 2. di velocità, equivale a 1. di velocità moltiplicato per 2 di massa. E' facile applicare questo calcolo agli altri effetti.

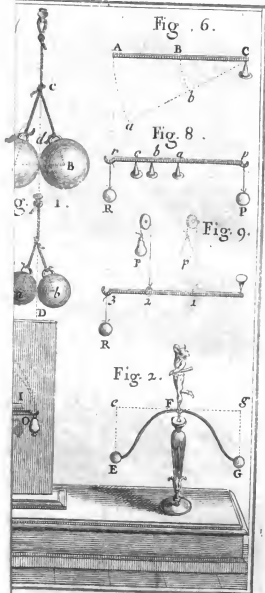
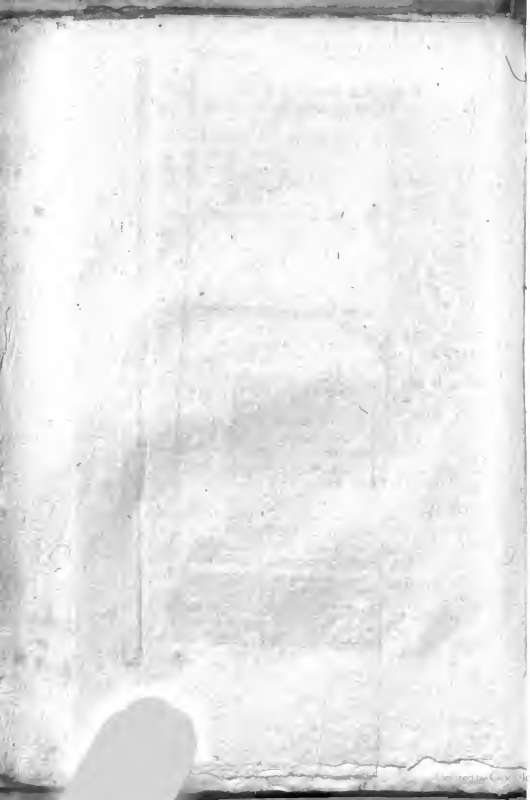
COROLLARIO.

Poichè una potenza applicata ad una leva cresce sempre, a misura che si allontana dal punto d'appoggio, come s'è potuto vedere dalle sperienze precedenti; se ne dee trarre questa conseguenza, che una picciolissima forza, col mezzo d'una leva lunga a bastanza, può far equilibrio, o vincere un'altra forza infinitamente più grande. Archimede avea dunque ragione di dire, ch'egli straporterebbe la terra intiera, se avesse un punto fisso che da lei separato fosse: imperocchè ponendo sopra cotest'appoggio una leva, il braccio della quale dal lato della potenza, superasse in lunghezza quello a cui egli attaccato avrebbe il terestre globo, d'altrettanto o più di quel che il peso d'esso globo fora superiore alla forza d'un uomo, è evidente da sopra stabiliti principj, ch' egli avrebbe attenuta la sua promessa, mercè d'una dimostrazione, indubitatamente; imperocchè niente vale il dire che la leva di cui converrebbe servirsi in una tale operazione, esser non può se non un ente di ragione, nè più nè meno che il punto fisso, che da lui si dimandava.

APPLICAZIONI.

Le Leve sono d'un uso così ordinario, non sol nelle Arti, ma eziandio nella vita civile, e nel meccanismo della natura, che quasi per tutto s'incontran, ogni poco che vi si badi. Noi ci ristrigneremo in alcuni esempj, affin

di

Fig. 6.
A
B
C
b
a
Fig. 8.
r
c
b
a
p
R
P
Fig. 9.
P
p
3
2
1
R
c
d
B
b
D
I
Fig. 2.
c
F
g
E
G

di non entrare in un troppo lungo e superfluo divisamento.

I Legnaiuoli, i Muratori, ed altri Operaj, che hanno da smovere, ed impiegare ne' lor lavori grossi pezzi di legno, grandi pietre, spessissimo si valgono d'una stanga di ferro ritondata in quasi tutta la sua lunghezza, un poco ripiegata, e schiacciata da un capo. Quest' istrumento, che chiamano d'ordinario, *pie di capra*, perchè n' ha la forma, s'adopera principalmente in due maniere. Qualche volta, dopo d'aver ingaggiata l'estremità curva d'esso palo di ferro, la qual nomasi la *morsa*, tra il pezzo che si vuol movere, ed il terreno, sul quale riposa, si fa portare il gombito A, Fig. 10. sopra qualche corpo duro; ed allora facendo forza sù l'altra estremità della stanga B, sollevasi il peso, non gran cosa per verità, ma quanto basta per dar adito a far passare di sotto una corda, un rotolo, od una manovella, ec. lo che per lo più è sufficiente. Altre fiate pure si caccia un po più addentro la morsa sotto il pezzo che vuolsi smovere e sollevando la spranga, si fa sforzo contro la parte C che riposa di sopra. Fig. 11.

Il piè di capra, come ognun vede, non è altro che una leva del primo genere, nell'uso da noi prima descritto; imperocchè il punto A, ch'è appoggio, trovasi collocato tra la potenza e la resistenza. Nell'altro uso, ell'è del secondo genere, poichè la resistenza si fa nel punto C, tra la potenza, ed il capo o vertice della morsa, che è appoggiato per terra.

Essendo che quest'istrumento s'impiega per ordinario per sollevare gran pesi il sito dov'è

la piegatura od il gombito della ſpranga, il qual ſerve di punto d'appoggio, e riceve lo sforzo della reſiſtenza, è ſempre molto lontano dall' eſtremità, che tienſi colle mani; perciò la potenza, ſempre molto più lontana dal punto d'appoggio, che la reſiſtenza, ha ſopra di eſſa un vantaggio conſiderabile per tale poſizione.

I remi de' barcajuoli ſono leve del ſecondo genere, delle quali s'appoggia contro l'acqua un capo, mentre la potenza applicata all'altro capo oppoſto porta il ſuo conato ſu quel luogo del battello, a cui il remo s'attiene; queſto luogo divide la lunghezza del remo in due parti, una delle quali colpiſce l'acqua mentre l'altra è meſſa in moto dal braccio del barcaiuolo; ſarebbe ſenza dubbio di molta utilità, che l'una e l'altra foſſero aſſai lunghe; la prima, perchè corriſponderebbe a un volume più grande d'acqua, ed il punto d'appoggio ne diventerebbe più fiſſo; la ſeconda, perchè così metterebbe una grande diſtanza tra la potenza ed il punto d'appoggio: ma non mancano tampoco ragioni, le quali obbligano ad accorciare e limitare queſta lunghezza da una parte e dall'altra ſecondo le circoſtanze.

Non ſi può allungare i remi dalla parte della potenza, ſenza ad un tratto eſigere da eſſa un moto più grande; quello d'un uomo ha certi limiti, oltre i quali egli lavora con troppo ſtento: ciò ſi può arguire dal remar de' galeotti, allorchè ſono quattro o cinque poſti al remo medeſimo; quelli che ſono nell'eſtremità, quantunque i più robuſti, poſſono appena reggere per pochi anni a queſto violento eſercizio,

zio. Ne' piccoli navigli, dove un sol uomo fa lavorar due remi, questa medesima lunghezza è ancor limitata dalla poca distanza che vi è da un fianco del naviglio all' altro; imperocchè il rematore che sta assiso nel mezzo di cotesto spazio, è la potenza comune all' uno e all' altro remo.

I remi, che sono molt' allungati dalla parte dell' acqua, esigono una navigazione assai libera; non se ne può far uso ne' piccoli fiumi, nè tampoco in quelli che hanno molte curvature o sinuosità, che sono pieni di scogli, o d'isolette, siccome nemmeno in que' porti che sono frequentatissimi e pieni, a cagione degl' intoppi che ivi si trovano; per queste ragioni senza dubbio i remi variano e nelle forme e nelle dimensioni, secondo le circostanze de' luoghi, e le differenti maniere di servirsene.

Il coltello del Fornajo, è altresì una leva del secondo genere, allorchè fermato da un capo sopra una tavola, e girando attorno d' un punto fisso, vien portato dalla mano che tiene il manico, contro una pasta od un pane, ch' egli intacca e divide.

L'altalena è una leva del primo genere, che non si pena a conoscere, quando un si figura un lungo pezzo di legno, appoggiato su la sua metà, ed a' capi di esso caricato di due persone l' una delle quali è traportata dall' altra, quando toccando il terreno col piede o in altra guisa, solleva e allegerisce d' una parte del suo peso il braccio della leva, dov' ella è.

Le cesoie, le morse, le tanaglie, non sono nè pur esse altro, che leve adunate od assembrate per paja o a coppia; lo sforzo della mano

no o della dita che guidano le due branche o manichi, debb' essere considerato come la potenza; il chiodo, o quel che ne fa le veci, è un punto fisso comune a tutt'e due; quel che si taglia, o che si stringe, diventa la resistenza.

Di tali strumenti, quelli che son destinati a fare grandi sforzi, come l'enormi cesoie de' Calderai, o de' Fabbri, e d'altri, che taglian metalli, hanno le branche, od i manichi molto lunghi, a comparazione delle parti taglienti, o sia delle lame: a questo modo, la potenza adoprando con un braccio di leva lunghissimo, è capace di vincere una resistenza ben grande. Per la ragion del contrario, nelle molette da fuocolare, che non hanno da far altro sforzo, che trasportare alcuni carboni, questa resistenza leggiera si fa nelle estremità dei due lunghi rami, o branchi, che sono leve del terzo genere; il luogo, dove si uniscono con una cerniera, o ganghero, e talvolta con una debolissima molla, o forza elastica, debbe considerarsi come il punto d'appoggio; e la mano che le regge e le mette in opera, è la potenza.

Le cesoie delle quali si fa uso, nel frastagliare hanno i manichi lunghi, e le lame corte; non è però, che si abbia bisogno di una gran forza per tagliare della sottil carta: ma però che nel frastagliamento, si hanno spesso delle piccole parti da riserbare, bisogna che si possa a tempo ed opportunamente fermare le cesoie; il che si può fare agevolmente, quando il moto delle dita che muove i manichi, ha molto più di ampiezza che quel delle lame.

Final-

Finalmente le braccia, le dita, le gambe degli animali sono pur leve, o adunamenti di leve moltiplici, onde la forza de' muscoli viene impiegata nel modo più convenevole e più vantaggioso, sì per trasportare il corpo, sì per avvicinargli tutto quello che gli è necessario od utile, come anco per rimover da lui tutto quello che gli sarebbe nocevole. Un autore * celebre ha mostrato con esatta e particolare distinzione, in un'opera a ciò destinata, tutto il più osservabile ed importante, che spicca in quest' ammirabile meccanismo; coloro, che amano le ricerche anatomiche, vi troveranno assai cose lor confacenti, e curiose.

Nelle due prime Esperienze, essendo la leva sostenuta orizontalmente, noi abbiamo impiegato per potenza e per resistenza de' corpi pesanti, gli sforzi de' quali si esercitano con direzioni verticali, vale a dire ch' eglino fanno angoli retti con la lunghezza della leva, nel momento che queste forze cominciano a operare. Ma può accadere, e accade spessissimo, o per la situasione della leva, o per la natura delle potenze che si adoperano, che i loro sforzi faccciansi obliquamente; e però che in generale ogni forza che opera obliquamente, ha men d' effetto che quella, la cui azione è diretta, importa molto, conoscere quel che aspettar si debbe da tale obliquità nell' uso delle leve.

Quando le direzioni della potenza e della resistenza sono oblique alla lunghezza della leva, può addivenire che lo sieno tutte due egualmente; può altresì darsi che queste direzioni ricevano

* Borelli de Motu Animalium.

vano differenti gradi d' obliquità, e che l'una o l'altra sia più o meno inclinata alla leva: in questi diversi casi, ecco qui il più importante da sapersi.

1. Lo sforzo d'una potenza è massimo, qualora la sua direzione è perpendicolare al braccio della leva, nell'estremità del quale essa potenza aggisce. Così il peso B, Figura 12. non basterebbe più per sostenere quello che è in A, se, invece di pesare nella direzione *b*B, facesse il suo sforzo obliquamente, come *b*D, o *b*E.

2. Due forze che adoperano l'una contro l'altra, con le due braccia d'una medesima leva, serbano fra esse la stessa proporzione, se le lor direzioni, di perpendicolari che sono, diventano egualmente oblique alla leva. Vale a dire, che se i pesi P, R, Fig. 13. sono in equilibrio, l'equilibrio sussisterà fra essi, se le lor direzioni inclinandosi alla leva, restano parallele l'una all'altra, come *ap*, *br*.

3. Se queste direzioni ricevono differentti gradi d'obliquità, in guisa che l'una di esse faccia col braccio della leva, un angolo più o meno grande, che l'altra, quella delle due che più si dilungherà dall'angolo retto, *cæteris paribus*, renderà la potenza più debole. Una forza dunque, che sarebbe bastevole per sostenere la massa Q, adoprando secondo la direzione P*p*, Fig. 14. nol sarebbe, s'ella uscisse da questa linea; e tanto meno lo sarebbe, quanto più si allontanasse, collocandosi ne' punti *c*, *d*, *e*, *f*. Tre sperienze renderanno evidenti queste proposizioni.

III.

III. ESPERINZA.

PREPARAZIONE.

Fig. 15. rapprefenta un piano egualiffimo; e alzato verticalmente fopra una bafe; in F, fta fiffata una caffa molto fimile a quella d' una bilancia, per fervir di foftegno ad una leva GH, che vi fi muove liberamente fopra due perni; IK, è una regola o norma, che fcorre in un canaletto, e che porta nella fua eftremità una carrucola mobiliffima. Faffi paffare fopra quefta carrucola una cordicella minuta, che s'attiene da una parte all'eftremità H della leva, e che è munita dall' altro capo, d'un uncinetto il qual ferve a fofpendere qualche pefo. Mediante la carrucola, e la regola mobile, fopra cui ell'è fiffata, fi può variare come fi vuole, la direzione della cordicella, e per confeguenza la direzione ancora della potenza, che vi fi attacca.

Mettonfi a bella prima in equilibrio due pefi in direzioni perpendicolari alle braccia della leva, e poi facendo paffare la cordicella fopra la carrucola, rendefi obliqua la direzione d'uno di quefti due pefi, come *a*P, ovver *a*D, Figur. 16.

EFFETTI.

Quando la direzione della cordicella non più perpendicolare alla leva, lo sforzo della potenza P, non bafta più per foftenere il pefo dell'

dell' altra parte, e l'equilibrio non si rimette, sin a tanto che la cordicella non ritorni nella direzione *a*C.

SPIEGAZIONI.

Il peso essendo in C, fa equilibrio alla resistenza E, perchè agisce direttamente contro di essa; imperciocchè essendo la sua direzione *a* C, parallela a *b*E, è lo stesso che se queste due forze fossero tutt' e due opposte nella medesima linea. Questa lina del primo genere, le cui braccia sono eguali, altro non fa che mettere le due forze in opposizione: se una d'elleno due E, tendesse naturalmente da giù in su, si potrebbe collocarla in *a*, e l'equilibrio sussisterebbe fra esse, purchè le lor direzioni restassero direttamente contrarie. Questa opposizione diretta, è dunque una condizione assolutamente necessaria: per conseguenza, quando una delle forze ha la sua direzione perpendicolare ad uno de' bracci della leva, stando tutte l'altre cose le stesse, convien che l'altra per essergli eguale, faccia pure un angolo retto con l'altro braccio; e s' ella si scosta da questa direzione da un lato o dall' altro, il suo sforzo debb' essere men grande. Supponiamo esempigrazia, che la potenza adoperi secondo la linea *ad*; è evidente che la resistenza E, non sarebbe punto sostenuta; tanto meno dunque lo sarà, quanto la direzion della potenza sarà più inclinata al braccio della leva, in cui adopera, o quanto più si allontanerà dalla linea *a*C, perpendicolare a questa medesima leva.

IV.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Convien mettere la leva GH, della Macchina rappresentata con la *Fig.* 15. in una posizione obliqua, come *b i*, e sospendere alle estremità due pesi eguali.

EFFETTI.

La direzione della potenza e della resistenza, essendo qui appunto quella, che a tutti i corpi gravi è naturale, da una parte e dall' altra è la stessa; forma ella colla leva inclinata, angoli simili, *li*F *b*FK; quest' egualità d' angoli sussiste, qualunque grado d' inclinazione che si dia alla leva, e i due pesi conservano sempre il loro equilibrio.

SPIEGAZIONI.

Quando la leva era orizzontale. Fig. 15. come GH, la distanza perpendicolare alla direzione delle potenze era la stessa, che la lunghezza delle braccia FG, FH, ch' era eguale di qua e di là: essendosi la leva inclinata come *bi*, questa distanza della direzione perpendicolare di ciascun peso, ha scemato delle quantità *l*H, *k*G; ma queste quantità sono eguali fra esse, per conseguenza le rimanenti *l*F, *k*F, conservano fra loro il medesimo rapporto di prima, per lo che l' inclinazione della

leva

leva non ha mutato niente nell'equilibrio de' due pesi.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Col mezzo della macchina, Fig. 15. che ha servito nelle due Esperienze precedenti, mettonsi in equilibrio due pesi eguali nelle braccia d'una leva orizontale; poi si fa passare la cordicella, che sospende l'uno de' due pesi, sopra la carrucola K, che si avanza più o meno per dare a questo peso successivamente le direzioni *ad*, *af*, Fig. 17.

EFFETTI.

Quanto più la direzione della potenza, diventa inclinata alla leva, tanto più convien' aggiungere alla sua massa, per mantenerla in equilibrio con quella dell'altra parte: vale a dire, che s'era d'una lira quando la sua direzione era perpendicolare alla leva, ne occor una e mezza quando la direzione è *ad*, e tre quand'ella è *af*.

SPIEGAZIONI.

Posciachè lo sforzo della potenza è il maggiore che possa essere, allorchè la sua azione è nella direzione *ap*, perpendicolare alla leva, come s'è provato con la III. Esperienza; ne segue necessariamente, ch'ella abbia men di for-

forza, quando viene impiegata in tutt' altra direzione: e però ch' ella avea sol una forza eguale alla resistenza, essendo nella posizione più vantaggiosa; debb' essere insufficiente, quando riceve le direzioni oblique *ad*, *af*, perciò non è possibile allora mantenere l' equilibrio, se non compensando con un' aumentazione di massa nella potenza, quel ch' ella perde per la obliquità della sua direzione.

Per giudicare di tale diminuzione, cui è d' uopo compensare; o per conoscere di quanto è indebolita la potenza per li differenti gradi d' obliquità che si danno alla sua direzione, prolonghiamo queste direzioni mercè di alcune linee indeffinite, *ai*, *ak*. Immaginiamoci quindi, che il braccio della leva *ac*, giri sul suo punto d' appoggio, e descriva una porzione di circolo *agbik*; vi sarà un punto nella sua lunghezza *m*, ovver *n*, sopra 'l quale la direzione prolungata caderà perpendicolarmente; su questo punto dunque la potenza esercita tutta la sua forza; ma questo punto, come ben si vede, non è più nell' estremità del braccio della leva; la sua distanza dal punto d' appoggio è molto minore; in una parola, quando la direzione della potenza è obliqua, come *ad*, è l' istesso che se ella fosse perpendicolare al punto *b*; e quand' ella agisce con la linea *af*, ha sol la forza, ch' ell' avrebbe, se ella fosse sospesa al punto *e*: ora questi due punti *e*, *b*, spartiscono questo braccio della leva in tre parti eguali, e poichè l' altro braccio è della medesima lunghezza, egli ha tre parti simili a queste. La massa R essendo d' una lira, moltiplicata per tre di distanza dal punto d' apopggio,

dà 3, ch' è il valore della resistenza; se sospenderemo un' altra massa in *b*, per servir di potenza, bisognerà ch' ella sia d' una lira e mezza, che moltiplicata per due di distanza, pareggierà il prodotto dell' altra parte: e se la collochiamo in *e*, la distanza dal punto d'appoggio non essendo più che 1, abbisognano necessariamente 3 di massa, per far equilibro.

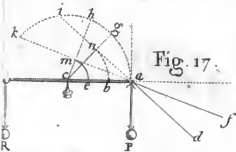
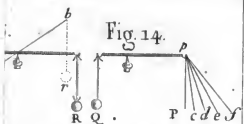
Queste masse 1 lira $\frac{1}{2}$ e 3 lire, son, come si vede, in ragione reciproca delle distanze *bc*, *ec*, che mettiamo tra esse ed il punto d'appoggio: elleno hanno parimente l' istesso rapporto con le linee *cm*, *cn*, che sono doppie l' una dell' altra; e però che queste sono i sini degli angoli *cam*, *can*, si potrà capire in un modo più generale, quanto abbiamo fin ora spiegato, riducendoci a questa proposizione: *i differenti sforzi d' una potenza applicata all' estremità d' un braccio di leva secondo differenti direzioni sono fra loro come i sini degli angoli, che queste direzioni fanno con la leva.*

Segue pure da questa proposizione, che lo sforzo della potenza è il maggiore ch' esser possa, quando la direzione è perpendicolare alla leva come già l' abbiam provato *; imperocchè allora, ella fa un angolo retto P*ac*, il cui seno è *ac*, cioè il raggio stesso, od il braccio intero della Leva.

APPLICAZIONI.

Vi ha gran numero di macchine e di strumenti, che si fan muovere col mezzo d' un brac-

* III. Esper.

b
Fig. 14.
p
r
R Q
P c d e f
i h g
k
n
Fig. 17.
m
c a
e b
f
R
P
d
g. 15.
Fig. 19
A
H
B
K
Fig. H
c

braccio di leva, che nomasi *manetta*, o manubrio.

Qualunque figura che le si dia; o si curvi, come quella dell'aguzza-coltelli, Fig. 18. e la maggior parte di quelle delle ruote che fansi girare col piede; o si riduca nella forma simile ad un S, Fig. 19. come lo son d'ordinario quelle delle sambuche strumenti musicali, si riduce ella sempre ad un braccio di leva retta, la cui lunghezza è determinata dalla distanza che vi è trà'l manico B e l'occhio A, che riceve l'estremità del fusolo.

Nei casi, dove la resistenza non è notabile poco importa, qual angolo faccia la direzione della potenza con la linea AB; ma quando s'hanno a menare grandi manubrj, con molto di forza, presto s'avvede chicchesia, che lo sforzo col quale si opera non ha un eguale vantaggio in tutti i punti del rivolgimento. Questa ineguaglianza proviene dalle diverse maniere, onde la potenza si trova diretta, al braccio della leva, mentre gira: questo si capirà facilmente, se s'immaginerà che il manubrio CH *Fig.* 20. riceve il suo moto circolare da una regola DH; che gli è unita, e che la spigne e la tira alternativamente. Imperocchè secondo quello che abbiam provato colla terza Esperienza, questa regola adopera con tutto il vantaggio ch'ella aver può, quando fa col manubrio un angolo retto come CHD, oppur *Cik*, sia nello spignere, o sia nel tirare. Ma quando il manubrio è ne' punti *b*, od *e*, si vede che la direzione della potenza, rappresentata dalla regola, fa con essa angoli, vie più acu-

ti, e che tale obliquità diminuisce assai dello sforzo.

Quello che diciamo della regola DH, converrebbe dirlo del braccio d'un uomo, applicato ad una manetta, se altro ei non facesse che tirare e spignere nella medesima direzione: ma egli fa di più; quando il suo sforzo s'indebolisce per una direzione svantaggiosa spingendo, porta innanzi il suo corpo, di maniera che una parte del suo peso va nella direzione *bf*, od. *eg*; quando poi egli tira, s'abbassa, e si rovescia un poco, e con questi diversi mezzi, raddrizza ed aggiusta, dirò così, la direzione della potenza, e l'angolo ch'ella fa con la manetta, resta più aperto di quel che sarebbe, senza questi moti del corpo, i quai si fanno senza attenzione, e da operai più zotici, che a tal uopo non han prese lezioni se non dalla natura.

Ma cotali movimenti non si fanno senza stento; e sempre si dice con verità, che colui che volge la manivella, non è nella sua piena forza, fuorchè in certe parti della rivoluzione: probabilmente per questa ragione nelle macchine che si muovono con due manichi, v'è il costume d'opporre la lunghezza d'uno a quella dell'altro, come EF, e GH, *Fig.* 21. affinchè dei due uomini, che li menano, l'uno si trovi in una posizione favorevole, mentre l'altro fatica con svantaggio: ma questa disposizione o simmetria non mi pare già l'ottima; io vorrei piuttosto, che i due manichi facessero insieme un angolo retto, che non che fossero direttamente opposti. Imperocchè se si divida

la

la rivoluzione intera in quattro quarti, appar chiaro dalla *Fig.* 20, che un uomo il quale solleva la manetta da *l* in *m* mercè l'azione de' muscoli, o che l'abbassa da *b* in *n* mercè lo sforzo del suo peso, ha molto più di forza, che quando la porta innanzi da *m* in *b*, o la tira a sè da *n* in *l*: ma queste due ultime parti come le prime, sono direttamente opposte fra esse; quando allo stesso modo si oppongono le due manette, quei che le conducono, trovansi dunque nel medesimo tempo in piena forza, e nel medesimo tempo altresì nelle posizioni men favorevoli; la stessa cosa non succederebbe se le manette facessero tra loro un angolo retto; l'un dei due percorrerebbe l'arco *lm*, nel mentre che l'altro passerebbe per lo spazio *mb*.

Per cambiar la direzione del moto, accade sovente, che in luogo d'impiegare una leva retta, si dispongono le due braccia in modo, che facciano un angolo al punto d'appoggio, come IKL, *Fig.* 22. Queste leve angolari che si chiamano *manici torti*, sono molto in uso per le trombe da cavar acqua, per li movimenti de' campanelli, che si pongono nelle stanze, per lo battere o suonare degli orologi, e de' penduli, e per infinite altre occasioni, dove l'azione del motore non può trasmettersi se non per vie indirette. Elleno hanno le stesse proprietà che una leva dritta; imperocchè, quando nel girare, coteste due braccia disposte a squadra, trovansi oblique alle direzioni *ml*, *in*, della potenza e della resistenza, questa obliquità è eguale da una parte e dall'altra: *oKl*, *iKb*, sono simili; in breve, le distanze del punto d'ap-

poggio K, dalle direzioni perpendicolari *mo*; *ib*, sono fra esse negli stessi rapporti, e nelle istesse relazioni, che 'l son LK, e IK.

Quello che sin ad ora noi abbiam chiamato, il punto d'appoggio, debbe considerarsi come una terza potenza, che s'equilibra colla forza motrice o colla resistenza, o che concorre con l'una delle due, per sostener lo sforzo dell'altra: nelle leve del primo genere, esempigrazia, il punto d'appoggio sostiene lo sforzo delle due forze, che son opposte di qua e di la; in quello del secondo e del terzo genere, egli non porta se non una parte di una di esse.

Non è sempre un punto fisso e immobile, quello che serve d'appoggio; le più delle volte, son corpi flessibili o che possono schiacciarsi, ovver corpi animati la resistenza de' quali non regge ad ogni sforzo. Quando una grossa trave, per esempio, riposa per li due suoi capi sopra le due muraglie d'un edifizio, il suo proprio peso, o quello del quale ell'è caricata, le farebbe scrollare, se non fossero costrutte con bastevol sodezza. I muli che portano bare cavallereccie, soccombono sotto 'l carico; quando eccede le loro forze. E' dunque importante sapere, di quanto sia caricato il punto d'appoggio o ciò che ne fa le veci, quando due altre forze adoperano l'una contro l'altra sopra la medesima leva, affine di poterlo mettere in proporzione collo sforzo, ch'ei debbe sostenere. Ed essendochè questo punto d'appoggio potrebbe di sua natura esser tale, che non resistesse egualmente in tutte le sorte di direzioni, conviene esaminare ancora, come si diriga lo sfor-

sforzo ch'ei sostiene, mercè le differenti direzioni che si posson dare alla potenza ed alla resistenza. Noi abbiam fatto precedentemente vedere, che l'azione d'una potenza (qualunque ella sia) applicata al braccio d'una leva, risulta da due cose: 1. Dalla sua massa, o dal peso a cui equivale, s'ell'è un ingegno elastico, se è lo sforzo d'un animale o qualsivoglia altra forza, non operante in virtù del peso. 2. dalla sua distanza dal punto d'appoggio; ed abbiam dichiarato, da dove s'ha a contare tale distanza. * Lo sforzo che proviene dalla massa, e che si può nominare *assoluto*, è limitato: una lira, o l'azione d'una potenza equivalente a una lira, quand'ella pesa sul braccio d'una leva, nella più vantaggiosa direzione, non può se non far equilibrio ad un peso pari, che gli sta opposto colle circostanze medesime. Ma lo sforzo, che nasce dalla distanza del punto d'appoggio, può crescere all'infinito; di modo che se l'un de' due bracci fosse 100. volte più lungo che l'altro, una lira diventerebbe equivalente a 100. Qual sarà dunque il carico sopra 'l punto d'appoggio primieramente, se vi è equilibrio con egualità di massa; secondariamente, se le masse o le forze sono in equilibrio per l'inegualità delle loro distanze da esso punto d'appoggio?

Per rispondere alla prima dimanda, io dico che se le direzioni della potenza e della resistenza sono parallele fra esse, il punto d'appoggio trovasi caricato della somma delle due forze assolute, ed il suo sforzo si fa in una direzio-

C 4 ne

* V. Sper. V. Fig. 17.

ne parallela a quelle della potenza e della resistenza,

Ma se le direzioni di due forze opposte sono inclinate l'una all'altra, il punto d'appoggio non porta se non una parte del loro sforzo assoluto; ne porta tanto meno, quanto elleno son più inclinate alla leva; e la sua resistenza tende al punto di concorso di queste due direzioni: tre Esperienze serviranno a dilucidare ed a provare il da noi quì detto.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Nel rovescio della Macchina rappresentata nella *Fig.* 15; abbiam fissate, a due pollici di distanza dal piano, le carruccole A, e B, Fig. 23. che son mobilissime sopra i loro assi; e col mezzo delle quali sospendesi orizontalmente una leva d'acciajo DE, che tiensi equilibrata co i due piccoli pesi *p*, *r*; quindi sospendesi dal punto C un peso di 4 oncie, ed ai capi delle cordicelle sospendonsi altri due pesi, P, R, ciascun de' quali pesa 2 oncie.

EFFETTI.

Essendo tutto così disposto, il peso che è in C tiene gli altri due P, R, in equilibrio; se si levano via i due piccoli *p*, *r*, il peso di 4 oncie discende per la linea CI; e per lo contrario egli rimonta per la linea CF, se si fa eguale giunta alle masse P, R.

VII.

VII. ESPERIENZA

PREPARAZIONE.

Questa Esperienza si prepara come la precedente, eccetto che la leva IK, *Figura* 24., è più corta, che DE, *Fig.* 23. ed il peso L è sol di 3. oncie.

EFFETTI.

Le due direzioni KN, IQ, delle due potenze P, R, essendo oblique alla leva, a qualunque grado d'obliquità che si voglia, il peso L è sempre minore che 4 oncie, per far equilibrio agli altri due, ciascun de' quali pesa due oncie: se le direzioni KN, IQ, diventano meno oblique alla leva, come NO, QS, convien aumentare la massa L per conservar l'equilibrio, e quando cotesto peso discende, o rimonta, si fa sempre per la linea LM.

SPIEGAZIONI.

In queste ultime due esperienze, si può considerare il peso P come la potenza; R, come la resistenza; e la massa sospesa al punto C, o L, come il valore dello sforzo, che si fa nel punto d'appoggio, quando tutto è in equilibrio; imperocchè è evidente, che senza quest' ultimo peso, la leva sarebbe traportata da giù in su dalle altre due potenze. Ora abbisognano 4 oncie nel punto C, quando le due masse P, R,

P, R, ſono di due oncie cadauna, e quando le loro azioni ſono tutte due nelle direzioni perpendicolari alla leva come Ad, BE; * abbiam dunque avuto ragione di dire che in ſimil caſo il punto d'appoggio è caricato dalla ſomma totale della potenza e della reſiſtenza; e poichè il peſo che rappreſenta la forza del punto d'appoggio muoveſi nella linea IF quando diventa più forte o più debole; queſt' è un contraſegno, ch'egli adopera ſecondo queſta direzione, parallela, come l'abbiamo accennato, a quelle della potenza e della reſiſtenza.

Nell' altra eſperienza, vedeſi ancor la prova dell' aſſerito da noi; il peſo che baſta per fermare il punto L della leva contro gli sforzi che ſi fanno in I ed in K, non è di 4. oncie, come occor che lo ſia, quando le direzioni delle potenze ſono perpendicolari alla leva, lo che ben prova, che il punto d' appoggio non è più caricato della ſomma intiera delle due maſſe P, R, e debb' eſſer la coſa non altrimenti, perchè, come l' abbiamo provato e ſpiegato, l' azione d' una potenza è altrettanto diminuita, quanto è obliqua la ſua direzione al braccio della leva, per cui ell' opera: finalmente lo ſforzo del punto d' appoggio ſi dirige al punto M, perchè ivi ſi riuniſcono, mercè le loro tendenze, le due forze alle quali egli reſiſte.

In quanto alla ſeconda dimanda, cioè qual' è lo ſforzo, che faſſi ſopra 'l punto d' appoggio, allorchè la potenza e la reſiſtenza ſi mettono in equilibrio, mercè d' ineguali diſtanze fra eſſe: riſpondo, che queſto ſforzo non è mai mag-

* Fig. 23.

maggiore della somma delle forze assolute, o delle masse che sono opposte: vale a dire che se il peso d'una lira ne sostiene uno di 12, perchè agisce da un braccio di leva dodici volte più lungo che quello dell'altra parte, il punto d'appoggio non può mai essere caricato se non di 13 lire, e non di 24., ed il suo sforzo si dirige come nei casi precedenti, parallelamente alle direzioni delle forze ch'egli sostiene, ovver direttamente al punto del loro concorso, s'elleno sono inclinate l'una all'altra.

VIII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Sopra una medesima base AB, Fig. 25. si son alzati due pilieri, che scorrono dentro due cavitadi, in modo che possono accostarsi, e scostarci l'un dall'altro; C, C, son due carrucole, sopra ciascuna delle quali passa una cordicella, per sostenere una verghetta d'acciaio EE, col mezzo dei due piccoli pesi D, D; il pezzo FG, è una verga di ferro che è un pochettino intagliata di sotto, ne' $\frac{1}{4}$ della sua lunghezza, e che col mezzo d'un peso attaccato in F, mettesi in equilibrio con se stessa, e coi piccoli pesi D, D, che si accrescono quanto occorre per tal effetto.

Da prima sospendesi in F un peso di 6 oncie; in G, un altro peso di 2 oncie; ed aggiungonsi ai piccoli contrapesi che sono in D, D, due masse di 4 oncie cadauna. Vedi al Fig.

Fig. 26. ove si son rappresentate , con lettere di simili nomi, quelle quantità solamente, che fan molto per la Teoria.

EFFETTI.

Tutto è in bilico: 1. lo sono vicendevolmente le due masse ineguali applicate alla leva *fg*. 2. questa leva così caricata, ed i due pesi *d*, *d*, che sostengono il punto d' appoggio *ee*, o piuttosto, che rappresentano il suo sforzo; e se si sollevano un poco questi due ultimi pesi, subito il punto d' appoggio discende per la linea *e*K.

IX. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Bisogna allontanare, e separare i due pilieri A, B della macchina descritta (*Fig.* 25.) in tal maniera che la direzione della cordicella di ciascun lato, diventi obliqua alla leva, come *ce*, *ce*, *Figura* 27: quindi avanzata la verga *fg* fino ai due terzi della lunghezza della verghetta d' acciajo *ee*, mettonsi in L ed in M delle masse, quali abbisognano per tenere il tutto in equilibrio.

EFFETTI.

Allora il peso L si trova essere di 8 oncie, e quello ch' è in M, di 4. oncie, lo che fa in somma 12. oncie di massa; e quando tal quantità

tità si diminuisce, o si sollevano questi due pesi, il punto d'appoggio H discende seguitando la linea HI; lo che si scorge facilmente se si colloca di dietro, un filo a piombo. La stessa cosa accade, se si mette in H un peso di 8 onzie in luogo della leva *fg* caricata dei suoi due pesi.

SPIEGAZIONI.

Nell'ottava esperienza, evvi equilibrio tra una massa di 6 oncie, ed un'altra di 2 oncie; perchè questa, che è solo il terzo dell'altra è tre volte altrettanto lontana, ch'essa, dal punto d'appoggio; e s'è fatto per noi vedere, che in tal caso l'eccesso di velocità da una parte, compensa l'eccesso della massa dall'altra parte? ma quantunque una potenza cresca, a misura che il braccio della leva diventa più lungo, non appar, che qnesto crescimento carichi per nulla il pnnto d'appogio, poichè lo sforzo che si fa in *g* * tuttochè equivalente al peso di 6 oncie che pesa in *f*, non produce in *e* la somma di 12, ma solamente quella di 8, espressa dai due pesi *d*, *d*, di 4 oncie cadauno, ed eguale alle due masse che sono in equilibrio colle braccia della leva *fg*. La medesima cosa prova ancor più direttamente per la nona Esperienza, poichè sostituendo in H ** un solo peso che pareggia in massa quella della leva caricata, sussistono i medesimi effetti.

Se niente sostenesse la leva (Fig. 26.), e le due potenze restassero in equilibrio fra esse, e perpendicolari alle estremità *f*, e *g*; è manifesto

* Fig. 26. ** Fig. 27.

sto che tutti i punti compresi tra questi ultimi due, caderebbono per linee parallele a quelle delle potenze; e ciò vedesi accadere, quando si sollevano un poco li due punti *d*, *d*: il punto d'appoggio discende per la linea *e*K; questa linea esprime dunque la sua tendenza da giù in sù, o la direzione del suo sforzo.

Si può ancor dire, che se queste potenze cedessero di qua e di là allo sforzo che si fa nel punto H (Fig. 27.), purchè cedendo non mutassero relazione e corrispondenza, le due estremità della leva descriverebbono discendendo, le parallele *e*N, *e*O, ed il punto d'appoggio troverebbesi sempre nella linea HI; il suo sforzo si fa dunque in questa linea ove le direzioni delle potenze si uniscono, quando sono mutuamente inclinate.

APPLICAZIONI.

Poichè si può sapere quanto sforzo si faccia sopra un appoggio, o sopra tutto quello che ne tien le veci, qualor si conosce il valore assoluto delle potenze e le lor direzioni in riguardo alla leva, per cui elleno adoperano; ne segue che potremo ovviare agli accidenti, che nascono delle disproporzioni, ovver far valere le forze che terrebonsi per insufficienti, se non si sapesse applicarle con tutto l'avantaggio, ch' elleno ponno avere.

Si collochi, per esempio, un carico di 200 lire nel mezzo d'una leva, le cui estremità riposano sopra gli omeri di due uomini; questi due appoggi basteranno al carico, se ciascun de'

de' portatori è capace di sostener 100 lire. Ma se uno non ne può portare se non 50, quand' anche l' altro regger potesse ad uno sforzo di 150 lire, il più debole nè più nè meno soccomberà, sin che il peso starà a distanze eguali tra il suo collega e lui; e tutti due diventeranno inutili per l' opera che da lor s' attendeva. Ma si ponga il carico più lungi dal portatore più debole; e le braccia della lava divenute ineguali, stieno in ragion reciproca degli sforzi, di cui son capaci i due uomini; ed allora il peso sarà sostenuto, come da prima sarebbesi potuto sostenere da altri due uomini, atti, ciascheduno ad un sforzo di 100 lire.

Se un Legnajuolo porta una piccola trave, sempre la pone su la sua spalla per lo mezzo appresso a poco della sua lunghezza: ponendola così, egli porta solo il peso del pezzo di legno, perchè i due capi si fanno reciprocamente equilibrio: ed il punto d' appoggio è sol caricato della somma totale delle due masse. Ma s' ei se la recasse in spalla nel sito d' essa trave che corrisponde ai due terzi, od ai tre quarti della sua lunghezza, sarebbe costretto, per impedirne la caduta, di rattenerla con le sue braccia dal capo più corto, e questo sforzo equivalerebbe ad un peso, che farebbe equilibrio con l' eccesso di lunghezza che avrebbe la trave nella parte opposta: la spalla del portatore sarebbe dunque inutilmente caricata di questa quantità di più.

Questi due esempj sono così semplici, e s' incontrano tanto spesso, che i più di coloro che ci dan motivo di osservarli, supplisconò (per vero dire) al raziocinio col solo abito da

lo5

lor fatto; e con l'instinto della natura. Ma si danno casi presso che infiniti, ne' quai si ha bisogno d'essere instrutto, e di riflettere; e dove non si riesce, fuorchè con una applicazione ragionata di questi medesimi principj, de' quai naturalmente abbiamo un'idea confusa.

Solo eziandio in riflettendo su queste leggi della natura, si può render conto d'un numero infinito di precauzioni e d'usi, che noi riceviamo per sicuri sin dall'infanzia, o che son parto de' nostri bisogni e della nostra industria.

Per qual cagione, esempigrazia, un uomo, che tira un battello, o qualche peso attaccato alla estremità d'una corda, si piega innanzi e s'abbassa? perchè unisce coll'azione de' muscoli una parte del peso del suo corpo, per vincere la resistenza, contro la quale egli adopera. Ma se gli manca un punto fisso, se quello ch' egli ha non l'è abbastanza, o di sua natura, o per una direzione svantaggiosa, s'ei cammina sopra un piano mobile, qual, v. g. è un battello non fermo, s'egli è sopra un terreno sdrucciolevole, o inclinato; tutte queste cause, che si riducono a un diffetto d'appoggio, rendono i suoi sforzi inutili, o ne diminuiscono gli effetti.

Per ovviare ad inconvenienti di questa fatta, gittasi della cenere o del letame sopra i luoghi frequentati che son coperti di brina gelata; e ne' fitti inverni mettonsi le punte ai ferri de' cavalli, lo che si chiama, *inferare a diaccio*: se non si adoprasse quella punta, o calcagno di ferro nelle suole, o ne zoccoli per pungere ed intaccare il ghiaccio, dove potriasi pendere il suo punto d'appoggio per scagliarsi e progredire;

re;

re sopra un piano, il cui più considerabil vantaggio è non avere alcuna ineguaglianza che possa fermare il piede? I popoli del Nord, che spessissimo sono costretti di viaggiare sulla neve, camminerebbono sopra un appoggio non ben fitto nè saldo, se non avessero l'avvedimento di porsi ne' piedi certe racchette molto più larghe, che non sono l' ordinarie suole delle nostre scarpe; con tal mezzo s' appoggiano camminando sopra una parte più grande di piano, lo che supplisce al poco di solidità di esso piano.

Quando è tirata da cavalli una vettura sopra una strada ripida, ciò che lor dà travaglio e più li sfinisce, non è solamente il peso del carico cui traggono, che allora è meno sostenuto dal terreno, ma oltracciò l' inclinazione d' esso terreno, che lor presenta il punto d' appoggio in una direzione molt' obliqua a quella del loro sforzo; imperocchè le loro gambe, dirò così, irrigidindosi contro il terreno, s' inclinano pel medesimo verso che esso; e ben si capisce, che quanto più elleno s' accostano al parallelismo, tanto meno i piedi sono appoggiati: il perchè spesse fiate si dispongono a bello studio in così fatti terreni certe ineguaglianze di tratto in tratto, che facilitano la tiratura, non molto dissimili da' gradini delle nostre scale; che presentando un piano orizontale allo sforzo del piede, che fassi in una direzione quasi verticale, resistono molto meglio, che non potrebbon fare le porzioni del piano inclinato, sopra le quali coteste ineguaglianze sono praticate.

Coloro che hanno fatto l' uso di lavorare a tornino, debbon sapere quanto sia necessario

che una leva sia bene appoggiata, per sostenere gli sforzi opposti della potenza e della resistenza; imperocchè, chè cosa è una forbice, un bulino, una subbia, se non se una leva del primo genere, appoggiata sur un sostegno, e il cui tagliente o punta, guidasi dalla mano del torniere contro un pezzo di legno, di rame, di ferro &c.? Se il sostegno non è di per se stesso ben fitto e sodo; se non è proporzionato agli sforzi che dee sostenere; se la sua posizione o quella dell' ordigno ch' ei sostiene, dà alla sua resistenza una direzione svantaggiosa, ne risultano, come ben si sa, molti cattivi effetti; le materie dure si torniano a onde; quelle che son tenere, si rotondano imperfettamente; l'ordigno, o strumento s'incaglia, o fa de' tratti falsi; in somma in un tornio egli è un difetto essenziale, quando ciò che dee servire d'appoggio agli ordigni, manca di solidità, o de' moti necessarj per dargli le direzioni più convenevoli; e colui che non sa ben situare e vantaggiosamente il sostegno non è un valente torniere.

DEL-

DELLE MACCHINE

Che sono composte di Leve, o che adoperano, e s'esercitano cocome Leve.

LE Leve entrano nella costruzione d'un così gran numero di macchine, che non sarebbe possibile farvele osservare con esatto e minuto divisamento. Gli autori, che più ampiamente hanno trattato delle Meccaniche, sonsi con ragione dispensati da questo superfluo esame, e si son contentati, dopo d'avere stabiliti i principj, d'indicare con alcuni scelti esempj, l'applicazione, che fassene nell'Arti: i limiti che si siam prescritti, esigono, che con maggior riserva ancora, noi procediamo; Il perchè ci ristrigneremo a ragionar qui delle sole macchine men composte, di quelle cioè che così poco dalla semplicità della Leva si dilungano, che talor si noverano fra le Macchine semplici.

Della Bilancia comune, e della Romana.

La bilancia ordinaria rappresentata dalla *Figura* 23. è una Macchina, che serve a mettere in equilibrio due quantitadi eguali di materia, in tal guisa che, se si conosce il peso dell'una, si sa, con tal mezzo, quanto pesi l'altra.

Questa Macchina è composta d'una *sprang-*

ghetta A B, la cui lunghezza è divisa in due parti eguali da un *asse*; di due *piattelli*, C D sospesi alle due estremità delle braccia della spranghetta; e d'un *incastro*, o cassa E F, che serve d' appoggio all' asse, dov' è il centro del moto.

Si conosce agevolmente, che questa bilancia non è altro che una leva spartita in due braccia eguali dal suo appoggio, e caricata degli sforzi d' una potenza, e d' una resistenza, le cui direzioni o sono parallele fra esse; o perpendicolari alla sua lunghezza, quand' ella è orizontale come A B; o fanno con essa lunghezza angoli eguali di qua e di là, quand' è inclinata come *a b*; di maniera che se fosse possibile fare una bilancia d' una materia inflessibile, e senza gravità, noi averemmo poche cose da aggiugnere a quello che abbiamo detto e provato precedentemente. Ma essendo noi nella necessità di fare la spranghetta di qualche materia dura, come di ferro, o di ottone, e di darle una figura e delle dimensioni, che la impediscono dal piegare, noi perdiam qualche volta di vista ciò che la teoria prescrive; però credo farà a proposito esaminare in poche parole, come si renda giusta una bilancia, e quello che può farla difettosa.

Le qualità essenziali d' una bilancia sono 1. una grande mobilità; vale a dire, che la più piccola differenza tra le due quantitadi di materia, ond' ella è caricata, dia il tracollo alla spranghetta, acciocchè si possa poi riguardare il suo stato di equilibrio, come il segno certo d' un eguaglianza perfetta nelle masse quinci e

quindi

g. 21.
H
G
M
L
Fig. 22.
m
o
l
K
I
h
t
N
n
Q
Fig. 24.
N
I
K
R
S
O
M
d
4
4
d
e
g
c
f
Fig. 26.
K
2
6
Fig. 23.
A
F
B
C
D
E
r
R
I
F
b
A
B
E
a
d
c
C
D
Fig. 28.

quindi collocate. 2. Che le sue braccia sieno sempre ben eguali; imperocchè se nol sono, misureranno distanze ineguali del punto d'appoggio dall'estremità o sia dai punti di sospensione, ove si fanno gli sforzi delle potenze, e due masse eguali non potranno starvi in bilico. 3. Che le braccia sieno in una medesima direzione; imperocchè sarà difficile giudicare, se fann'angoli eguali da una parte e dall'altra con le direzioni delle potenze. Non è sì facile combinare assieme questi tre punti di perfezione; s'incontrano da vincere nella costruttura di quest'istrumento, molte difficoltà, e nell'uso istesso, una bilancia esige attenzioni, senza le quali, la più esatta cessa di esser tale.

La mobilità d'una bilancia dipende principalmente da tre cose; cioè, dal più o meno di attrito o sfregamento, che si fa nell'asse; imperocchè sappiamo che quest'è un ostacolo al moto; dalla posizione del centro di gravità, che può essere collocato fuori del centro di moto, e delle lunghezze delle braccia, poichè un picciolissimo peso può fare un grande sforzo, essendo molto lontano dal punto d'appoggio.

Per rendere la bilancia più mobile con la diminuzione dell'attrito, bisogna che la pressione nel punto d'appoggio sia la minor che si possa; e quindi è che fassi legerissima la spranghetta delle bilancie de' saggi, ove s'ha bisogno d'una somma mobilità: ma convien avvertire parimenti, ch'essendo troppo debole non pieghi o si curvi sotto il carico de' piattelli; imperocchè la sua curvatura avrebbe degli altri inconvenienti, che fra poco noi toccheremo. Colla mira altresì di scemar l'attrito dell'asse

egli si suol fare un poco in coltello; e questa pratica è buona, purchè tuttavia il luogo del buco, su cui regge, sia com'egli, durissimo; imperocchè altrimenti, o si scaverebbe ed affonderebbe col tempo, o si schiaccerebbe da se stesso; e la sua mobilità, in luogo d'aumentarsi scemerebbe notabilmente.

Se la spranghetta della bilancia è sospesa per lo centro della sua gravità, le sue due braccia saranno sempre in equilibrio, in qualunque situazione che si mettano; ed ogni poco che uno di essi più dell'altro sia caricato, la bilancia tracollerà: quest'estrema mobilità diventa incomoda nell'uso ordinario, perchè è duopo di molto tempo, e di grand'attenzione per caricare i piattelli con un'egualità così perfetta come bisognerebbe per tenerli in equilibrio; laonde si suole collocare il centro del moto al di sopra di quello della gravità. Si può vedere dalla *Fig.* 29. con qual riserva s'ha da usare questo correttivo, il quale, a parlar propriamente, non è altro che una imperfezione messavi a bello studio; imperocchè, se il triangolo ABC rappresenti una spranghetta di bilancia mobile sul punto C, e le si faccia prendere una situazione inclinata come *ab*, il centro di gravità ch'è nella linea CD, quando le due braccia sono in un piano orizontale, troverassi allora nella linea C*d*, e farà sforzo per ritornare nella linea verticale, ch'egli ha lasciata; se gli sarà libero tornarvi, l'accelerazione della sua discesa lo farà passar oltre, egli verrà in *f*; e quest'è quello che cagiona que' crolli reciprochi, che in tutte le spranghette di bilancia si osservano, e che non darebbonsi, se il

centro

centro di gravità non fosse più basso che 'l centro di moto.

Poichè tali spranghette non possono inclinarsi senza che il centro di gravità si sluoghi, o traporti, e così fatto traportamento non può avvenire senza un particolare sforzo; egli è evidente, che una tale costruzione toglie alla bilancia una parte della sua mobilità, e che non si debbe allontanare il centro del moto, se non il meno che si possa, da quello della gravità; massimamente quando la bilancia ha da servire a pesar merci preziose, le cui minime quantità debbono calcolarsi.

La lunghezza delle braccia contribuisce altresì alla mobilità della bilancia, per la ragione che abbiam detta: Quest'è un mezzo, che per se stesso potria render sensibile il peso delle più picciole porzioni di materia; ma una spranghetta di bilancia non può acquistare una maggior lunghezza, se non con diventare più pesante o più flessibile; l'un e l'altro son da temersi: il primo, perchè accresce l'attrito per la maggior pressione nell'asse: il secondo, per ragione che siam quì per riferire.

La seconda condizione da noi dimandata per fare una puntual bilancia, si è che le sue due braccia sieno perfettamente eguali: ora non basta che lo sieno quando si fabbrica l'istrumento, bisogna di più che non cessino d'esserlo nell'uso. Se la spranga traversale non ha tutta la rigidezza o durezza necessaria, curvasi sotto il carico de' piattelli; e questo curvamento, anche picciolissimo, diminuisce la mobilità, e mette dell'incertezza degli effetti della bilancia. Imperocchè primieramente se la li-

nea retta AB (*Fig.* 30) diventa curva, come *a*C*b*, le curvature da una parte e dall'altra si riducono alle due linee rette *a*C, C*b*, e formano con la linea *ab*, un triangolo, al quale si può applicar ciò ch'è stato detto di quello cui rappresenta la *Fig.* 29. In secondo luogo, le direzioni delle potenze *af*, *bg*, non fanno più angoli retti colle braccia curvate della spranghetta. Per vero dir, questo non è un inconveniente, se i detti angoli, tuttocchè diferenti da quel ch'erano prima, sono tuttavia simili fra essi; e per accertarsene appunto, s'erge un ago ad angoli retti, sul bel mezzo della spranghetta. Se la cassa è sospesa liberamente, prende di per se stessa una direzione verticale, che fa conoscere quando l'ago è perpendicolare al piano dell'orizonte; ed allora si giudica che le due braccia della bilancia fann'angoli simili, colle direzioni delle potenze, onde son caricate; ma ciò suppone, come ognun vede, o che la spranghetta è rimasta dritta, o che s'è curvata egualmente di qua e di là; imperocchè, se, la parte C*b* ha piegato d'avantaggio che quella dell'altra parte; la linea sarà più corta che *a*C, e la sua inclinazione non sarà la stessa.

Questa differenza d'inclinazione, che deesi temere se la spranghetta è flessibile, e la difficoltà di stimarne il più ed il meno nella pratica, sono ragioni sopra le quali io stabilisco la terza condizione: se, per la scelta della materia, per la foggia di lavorarla, per una figura o per certe dimensioni ben studiate ed eseguite, si fabbricherà una bilancia in maniera tale, che le sue braccia sieno inflessibili, senza pregiudi-

zio

zio delle altre qualità necessarie, esse braccia saranno sempre in una medesima direzione, ed il loro equilibrio dipenderà unicamente dall'egualità delle masse, onde saran caricati: ciò tuttavolta non debbe intendersi se non della spranghetta sola, ed allorchè non è caricata de' suoi piattelli; imperocchè i punti di sospensione mutano luogo, quando la spranghetta s'inclina, e per questa ragione l'una delle potenze s'avvicina, e l'altra s'allontana dal punto d'appoggio come vedrassi dalla *Fig.* 31.

Sieno A, B, i due fori, ove s'attaccano gli uncini od annelli, donde pendono le lanci: finchè la spranghetta è orizontale, i punti di sospensione sono in *a* ed in *b* a distanze eguali dal centro di moto; ma se s'inclina come DE, gli annelli sdrucciolano, e l'un de' due trovasi in *d* più lontano, e l'altro in *e* più presso che non era, al centro del moto. Per questa ragione una spranghetta sola fa molti crolli su e giù e ne fa meno, quando da lei pendono i suoi piattelli; particolarmente quando la incliniamo assai, perchè allora ella perde intieramente il suo equilibrio.

Si può osservare eziandio, che facendosi ordinariamente de' fori grandi per dare maggior libertà agli annelli, quantunque i loro centri sieno nell'istessa linea, che il centro dell'asse, le due braccia non per tanto, cioè le due linee *ac*, *bc*, non sono nella stessa direzione; e quest'è una cosa alla quale si debbe aver riguardo nella costruzione delle bilancie, poichè ciò solo può esser cagione che il centro di gravità si trovi fuori del centro di moto.

L'ago, che si pone su la spranghetta, per conosce-

noscere quand' ella sia in una direzione orizontale, pesa in parte su l' uno delle due braccia, quando la bialncia s' inclina, come appar dalla Fig. 32; e per questa ragione, ogni volta che esso ago passa la linea verticale da una banda o dall' altra, egli sarebbe cagion d' errore, se non vi si ovviasse con un contrappeso *bt*, che si mette in uso a bello studio nella parte opposta sotto la spranghetta; ma questo contrappeso non impedisce fuorchè una parte del male, se non è d' una gravità perfettamente eguale a quella dell' ago; lo che non è facile, quando la spranghetta *mn* l' ago *kl*, ed il contrappeso *bi* sono d' un medesimo pezzo, come si suol fare per ordinario.

Una bilancia perfettamente costrutta, potrebbe anche mancar d' esattezza per la maniera di servirsene; a cagion d' esempio, potrebb' ella non essere più abbastanza mobile, e fin diventar falsa, per inegualità di lunghezza nelle sue braccia, se non si proporzionassero alla forza della spranghetta le masse onde si caricano le due lanci; imperocchè allora una grande pressione nell' asse vi cagionerebbe troppo attrito, e le braccia potrebbono curvarsi, lo che equivalerebbe a difetti provegnenti da una mala costruzione. Si correrebbe risico pure di pigliar per equilibrio ciò che non l' è, se la cassa mal sospesa, o sforzata, non prendesse direzione verticale; imperocchè allora la spranga potrebbe non essere orizontale, senza che niun se n' avvedesse; e dal gia detto di sopra, ben s' è potuto scorgere, che tal posizione è quella, da cui si ha a temer men d' equivoco che altronde; ma non ne va però esente affatto;

si può

ſi può fare una bilancia falſa, in cui ſerbiſi queſta proprietà di ſtar in bilico con ſe ſteſſa in una direzione orizontale: uno de' due bracci può eſſere più corto, ma peſante del pari che l'altro: finchè i piattelli ſaranno vuoti, l'equilibrio ſuſſiſterà; ma ſe ſaranno caricati di quantità eguali di materia, il piattello pendente dal braccio più lungo vincerà l'altro; imperocchè peſi eguali non ponno ſtare in equilibrio, ſe non a diſtanze eguali dal punto d'appoggio.

La bilancia Romana, o ſia Stadera, cui rappreſentata abbiamo con la Fig. 33. è anch'eſſa una lieva del primo genere, che differiſce dalla bilancia ordinaria, in quanto che mette in equilibrio due potenze inegualiſſime fra loro: un ſolo peſo P, il qual ſi mette a varie diſtanze dall'aſſe o punto d'appoggio, ſerve a peſare quantita di molto più grandi l'une dell'altre, le quali s'attaccano all'uncino R, perchè il braccio di leva CH eſſendo diviſo in gradi, o lire, oncie, &c. ed eſſendo nota la potenza P, ſi ſa quanto la reſiſtenza ha più di maſſa, dal divario che trovaſi nelle diſtanze compreſe tra l'una e l'altra ed il punto d'appoggio.

Noi non ci fermeremo ſu queſto iſtrumento, perchè gli ſi può applicare quaſi tutto quello che abbiam detto di ſopra intorno alla bilancia ordinaria: baſterà ſolo notare, che la Stadera a marco è d'un uſo per verità comodiſſimo, in quanto che non avendo biſogno ſe non d'un ſolo peſo non gran coſa notabile, ell'è almeno in picciolo, maneggevole, e aſſai portatile; e quando s'adopera in grande, ſopra maſſe peſantiſſime, e che non ſi poſſono dividere, ſiam diſpenſati dall'aver alle mani un gran numero

di pesi, difficili da raunare insieme, ed il punto fisso n'è molto meno caricato; ma convien osservare parimenti che quest'instrumento non può servire a pesare pontualmente quantitadi picciole, perchè non è abbastanza mobile, lo che nasce principalmente dall'esser molto corto un de' suoi bracci.

Delle Carrucole.

La Carrucola, *Fig.* 34. è un corpo rotondo e ordinariamente piatto, mobile sopra 'l suo centro C, e la cui esteriore circonferenza è scanalata, perchè vi si possa addattar fune o canapo, o catena, per tirar su pesi: Vi si applica da una parte la potenza E, F, o G, e dall'altra la resistenza R.

Bisogna o che la corda meni la carrucola, o che la carrucola meni la corda; e però quando si può temere che questa scorra sopra quella, si scava la girella in forma d'angolo, ovver si guernisce di punte. Fig. 35.

Il corpo della carrucola si muove per l'ordinario in una forma o incastro CD, che sostenta l'asse: l'uso è di fissare le due estremità dell'asse nella forma, e di far girare la carrucola di sopra; sarebbe meglio fissar l' asse alla carrucola, e far girare il tutto insieme ne' buchi della forma, perchè facendosi il moto sopra men di superficie, vi sarebbono meno attriti; e quand' anche i fori della forma s'ingrandissero col tempo, non essendovi se non la parte inferiore che riceve lo sforzo, la carrucola nè più nè meno girerebbe perfettamente; dove all'incontro que-

sto

ſto non può farſi, qualora il centro della carrucola ſia troppo aperto.

Le ſperienze che quì addurremo, daranno a conoſcere, 1. che una carrucola può eſſere adoperata come una leva del primo genere, che ha le braccia eguali, e ſopra la quale due potenze di forze aſſolute eguali, ſtanno ſempre in equilibrio, piglin eſſe quai direzioni ſi voglia. 2. Che le potenze che s' applicano alla carrucola, tanto più forte hanno la loro azione, quanto maggiore è la loro diſtanza dall' aſſe. 3. Che l' aſſe è caricato della ſomma totale della potenza e della reſiſtenza, e che il ſuo sforzo ſi fa in una direzione parallela alle direzioni loro, e tendente al loro punto di concorſo.

X. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig. 36.* rappreſenta una macchina compoſta di due pilieri o colonnette alzate e fiſſate ſopra una tavoletta più lunga che larga, l' uno d' eſſi porta una carrucola di metallo, traforata e aperta, e l' altro una leva a ſquadra di braccia eguali, e che gira liberiſſimamente ſopra 'l ſuo chiodo e nello ſteſſo piano che la carrucola.

Da prima faſſi paſſar ſopra la carrucola una cordicella, a' capi della quale s' attaccano due peſi eguali P, R, che laſcianſi agire in direzioni parallele e verticali come AP e BR.

Quindi traſportaſi il peſo R alla cordicella, che

che s'attien al braccio D della leva angolare e si colloca la cordicella della carrucola, come PA, FE.

Finalmente il peso R, rimettendosi al suo luogo, e la leva angolare venendo girata in maniera che D sia in *d*, ed E in *e*, s'attacca il peso P all'estremità d'una cordicella *dp*, e la cordicella della carrucola che lo sosteneva, al braccio *e* della leva che gira.

EFFETTI.

I due pesi P, R, sono sempre in bilico, non solo quando tutti due han direzioni parallele e verticali, ma ancora quando uno di essi agisce orizontalmente su la carrucola, o sia che la corda abbracci i tre quarti della carrucola, o che n'abbracci solo un quarto.

SPIEGAZIONI.

La carrucola AFB, può considerarsi come un adunameuto di leve del primo genere, le cui braccia sono eguali, e che hanno un punto d'appoggio comune al centro C, dov'è l'asse. Quando la cordicella è verticale da una parte e dall'altra; se non può scorrere su la carrucola debb'avere l'istesso effetto che se fosse di due pezzi, uno de'quali fosse attaccato in A, e l'altro in B. Vi è dunque equilibrio tra i due pesi P, R, perchè la loro azione s'esercita a distanze eguali dal punto d'appoggio, e ciascuno d'essi fa il suo sforzo in una direzione perpendicolare al braccio della leva AC, o BC. L'equilibrio sussiste per le stesse ragioni negli

gli altri due casi; i raggi GC ed FC, sono eguali ai due primi AC, BC; e le direzioni EF, ed eG lor sono perpendicolari, come RB è perpendicolare a BC: non vi è altra differenza, se non che le due potenze adoperan da bella prima per mezzo d'una leva dritta AB, e che dipoi sono come applicate a leve angolari ACG, od ACF; lo che è la stessa cosa, quanto agli effetti, come abbiamo di sopra mostrato *.

XI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La Figura 37. rappresenta una carrucola composta di più piani circolari, che lascian fra loro alcune grossezze, e le circonferenze de' quali sono scavate a gola; i diametri, e per conseguenza i raggi di questi circoli, sono fra essi come i numeri 1, 2, e 3. Sopra la più picciola delle tre circonferenze si è posta una corda, dalla quale stan pendenti due pesi di 6 uncie cadauno; e si son fissate in a e in b due altre corde, che abbracciano l'altre due circonferenze, e che pendono perpendicolarmente ne' punti 2 e 3.

EFFETTI.

Quando i due pesi sono in H e in I, vi ha equilibrio tra 6 oncie da una parte, e 6 oncie dall'altra. Se si toglie quello ch'è in H, un altro peso di 3 oncie fa la stessa cosa in K; e quan-

* a carte 37.

quando quest'è tolto, 2 oncie situate in L sostengono il peso di 6 oncie in I.

SPIEGAZIONI.

Il raggio C 1 essendo eguale a C*d*, vi è equilibrio tra due pesi eguali; perchè i loro sforzi si fanno a distanze eguali dal punto d'appoggio. Ma C 2 essendo doppio di C*d*, l'equilibrio dee nascere tra due masse, che sono in ragione reciproca di queste due lunghezze; così 3 oncie ne sostengono 6: e per la stessa ragione 2. oncie bastano ad una distanza, che pareggia tre volte C*d*

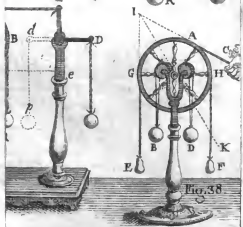
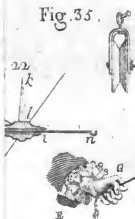
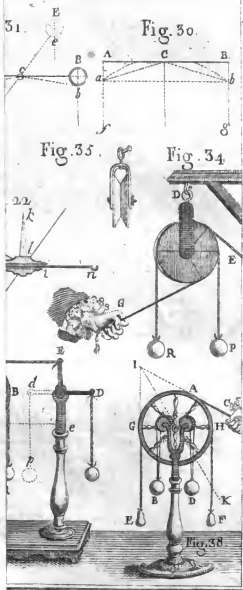
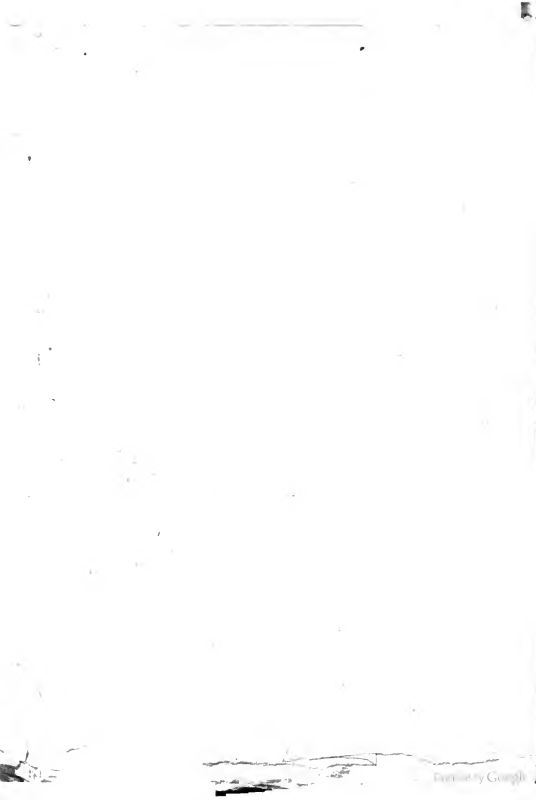
XII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La carrucola GH, Fig. 38. è sospesa per lo suo asse in due piccole fibbie di metallo, sostenute quinci e quindi da cordicelle, che passano sopra due carrucolette, e che si riuniscono a due pesi eguali B, D, di maniera che la carrucola grande ha due moti; imperocchè ella gira sul suo asse all'ordinario, ed il suo asse può discendere con essa una certa quantità, quando la resistenza de' pesi B D, vien a cedere.

EFFETTI.

Questi due pesi cèdono, la carrucola discende due pollici incirca, allorchè altri due pesi E, F, che pesano insieme e con la carrucola un po più che B, D, trovansi indirezioni paralle-

31.
Fig. 30.
A
C
B.
a
b
f
g
E
e
B
b
Fig. 35.
Fig. 34
D
E
22
k
n
G
R
P
E
B
d
D
e
p
I
A
C
G
H
B
D
K
E
F
Fig. 38

rallele e verticali: e la carrucola rimonta in parte, allorchè levatosi il peso F, si ritien colla mano la cordicella nella direzione AC.

SPIEGAZIONI.

Quando i due pesi E, F, sono parallelamente sospesi, i loro sforzi sono perpendicolari a G, H, che debbonsi considerare come l'estremitadi d'una leva retta; E noi abbiamo già mostrato che in simil caso il punto d'appoggio porta la somma totale delle due masse; l'asse che lo rappresenta, soffre dunque da su in giù uno sforzo che eguaglia i due pesi E, F, e quello della carrucola presi insieme; gli altri due B, D, che s'oppongono alla sua discesa, e che rappresentano la sua resistenza da giù in su, sono un poco più deboli di cotesta somma, il perchè la carrucola discende. Ma ella si rialza; quando una delle bande della corda cessa d'essere parallela all'altra; imperocchè allora lo sforzo, contro cui regge, si fa secondo la linea IK, ed ha ormai un'azione soltanto obliqua contro le potenze B, D.

APPLICAZIONI.

La carrucola adoperata come leva del primo genere, è un mezzo semplice e comodo, e di cui ci vagliamo frequentemente per cambiar la direzione del moto. Imperocchè in qualsivoglia maniera che presentisi una potenza nel piano dov'è la carrucola, ella trovasi sempre perpendicolare a qualcuno de' raggi, lo che gli conserva tutta la sua intensità. Perciò, quantunque un cavallo od un bue eserciti naturalmente la

sua forza in una linea orizontale, si può nulladimeno con ricorsi e corrispondenze di carrucole applicare i suoi sforzi a resistenze, dirette verticalmente; tuttochè un peso sempre tenda a cadere, egli può alzarsi, se col mezzo d'una carrucola vien messo in opposizione con un più forte.

Le leve cubitate o angolari, come già abbiamo detto di sopra, cambiano anch'esse le direzioni; ma la carrucola ha questo vantaggio sopra di esse, che rende il moto continuo, e conserva le potenze sempre nelle medesime direzioni date già loro da principio. Questa differenza si scorge facilmente dalla sola inspezione delle Figure 22, e 36.

Essendo che una carrucola che ha più gole concentriche *, servir può a pareggiar forze che son differenti tra esse, qualora i diametri di queste gole sono in proporzioni mutue convenienti: ne viene in conseguenza che si possa mantenere l'equilibrio, ovvero una corrispondenza o relazione costante tra due potenze, le di cui forze relative continuamente si cambiano. Imperocchè in vece di più gole concentriche, se ne può far sol una, che non ritorni in se stessa, ma che prendendo la forma spirale, si dilunghi a poco a poco dal centro, secondo la proporzione, onde l'una delle due forze s'indebolisce.

Una delle più felici applicazioni, fattesi di questa conseguenza, è d'aver resa uniforme l'azione delle molle o degl'ingegni, che avvivano gli oriuoli a ruota, ed i penduli. Detto abbiamo nella seconda Lezione **; che coteste mol-

le,

* Fig. 37. ** Tom. I. pag. 88 Fig. 10.

le, come tutte le altre, oprano sempre più fiaccamente, a misura che si allentano oprando; le ruote, le quali son da esse poste in moto, opponendo sempre la medesima resistenza, chiaro è che l'oriuolo od il pendulo andrebbe sempre ritardandosi, per tutto il tempo che la molla impiegasse nello svilupparsi, se non si fosse trovato un mezzo di ovviare a tale inconveniente. In luogo di avvolgere sopra un cilindro la catena, che serve a tendere la molla, essa catena riceves si sopra un rocchello, la cui figura è tale *, che i giri così vanno sempre scemando di diametro, come la tensione della molla cresce. Tutta l'arte consiste in trovare questo rapporto, e questa mutua ragione; imperocchè la teoria non può servire, fuorchè a girvi da presso, ma non a coglierla; gli Oriuolai son sempre obbligati di procedere ad esperimenti, perchè le molle non sono mai regolarmente flessibili, ed elastiche in tutte le parti della loro enstensione.

Quando si sa, di quanto l'asse d'una carrucola debb'essere caricato, son appresso a poco note le dimensioni più convenevoli, che se gli hanno a dare; quello che debb'aversi principalmente in mira, si è ch'egli sia forte abbastanza: in secondo luogo, che abbia sol la grossezza necessaria, affin d'evitare gli attriti d'una troppo grande superficie. Ma come la forma, o capello d'una carrucola sta sempre attaccato a qualche punto fisso, convien altresì badare, che quel che la sostiene sia tanto stabile che resister possa agli sforzi che si fanno

E 2 su

* Fig. 39.

su l'asse: bisogna eziandio aver l'occhio alle differenti direzioni, che possono prendersi da questi sforzi: imperocchè un appoggio resisterebbe in un caso, che nell'altro cederebbe.

Si può considerare altresì la carrucola semplice come una leva del secondo genere; in fatti ne ha le proprietadi, quando essendo la resistenza R, Fig. 40. attaccata alla forma, un de' capi della corda s'attiene a punto fisso *a*, o *g*, mentre l'altro è tirato o sostenuto dalla potenza P, o *d*. Ed allora o le direzioni della potenza e della resistenza son parallele fra esse come *c* I, *d*E, od elleno sono inclinate l'una all'altra, come P *k*, *c k*.

Nel primo caso, la potenza porta sol la metà del peso della resistenza: nel secondo, lo sforzo della potenza si diminuisce, ed il punto d'appoggio si dirige al punto di concorso delle direzioni della potenza e della resistenza, cioè, in k.

XIII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

A, B, *Fig.* 41. sono due piccioli spiedi lunghi di tre oncie o pollici; che scorrono in due canaletti aperti da banda a banda, fatti a bello studio nelle due braccia del sostegno G; il primo serve di punto fisso a una cordicella che abbraccia una carrucola caricata d'un peso D, e l'altro capo della quale s'attacca al braccio d'una bilancia, da cui s'è tolto via un piatello, e che si è posta in bilico

con

con se medesima, per mezzo d' un picciolo peso attaccatto in H; e questa bilancia è sospesa all' altro spiedo B.

Mettonsi da prima i due piccioli spiedi in tal distanza l' un dall' altro, che i due capi della corda venendo dalla carrucola sieno paralleli fra essi.

Poscia separando i due spiedi, si fan prendere ai due capi della corda, direzioni inclinate per verso contrario; e nell' uno e nell' altro caso si carica il piatello della bilancia, quanto occore; perchè la spranghetta stiesi in situazione orizontale.

EFFETTI.

La carrucola ed il suo peso D, pesando insieme 9 oncie, ne abbisognano sol 4 nel piattello della bilancia per far equilibrio, quando i due capi della corda sono paralleli fra loro, e in una direzione verticale; ma quando sono inclinati come P*l*, *g m*, della *Fig.* 40: bisogna caricare di più il piattello della bilancia, per tenerla in equilibrio.

SPIEGAZIONI.

Considerando il braccio H della bilancia, come la potenza che sostiene la carrucola ed il suo carico, dopo che l' altra estremità della corda è fissata in A, il peso che si mette nel piatto pendente, esprime senza equivoco lo sforzo che si fa sopra la potenza, quando tutto è in equilibrio. Ora si vede dagli effetti risultanti, la prova di quello abbiamo affermato di

ſopra cioè, 1. ch'eſſendo parallele le direzioni delle forze oppoſte, la potenza ſoſtiene ſol la mettà dello ſforzo della reſiſtenza; imperocchè nel primo caſo, ove le due eſtremità o capi della corda ſono paralleli fra eſſi, *ci* *, direzione della reſiſtenza, è altresì paralle a *de*, ch'è quella della potenza, e 4 oncie nel piattello della bilancia ne ſoſtengon 8 in D. 2. Che non eſſendo più parallele le direzioni delle forze oppoſte la potenza non è più eguale alla metà dello ſforzo della reſiſtenza, e che la direzione del punto d'appoggio paſſa al punto di concorſo delle altre due direzioni; imperocchè nel ſecondo caſo dell'eſperienza, dove l'azione della potenza è obliqua, come P*k*, 4 oncie nel piattello della bilancia, non baſtano più per fare equilibrio, e l'angolo *gkc*, è eguale a quello dell'altra parte P*kc*.

Quando i due capi della corda ſono paralleli come *ab*, *de*, ſi può conſiderarli come ſtando attaccati alle due eſtremità del diametro *be*; quando ſono obliqui come P*l*; *gm* ſi può concepirli come attenentiſi ai punti di tangenza *l*, *m*: ma le due line *eb*, *lm*, ſono due leve del ſecondo genere, ſpartite l'una e l'altra in due braccia eguali per la direzione *ci* della reſiſtenza; la cordicella ſoſpeſa in *a* o in *g* traſportando il punto fiſſo in *b* od in *m*, vedeſi tutt'ad un tratto, che la potenza applicata in *e* od in *l*, adopera ſempre ad una diſtanza, *eb*, od *lm*, dal punto d'appoggio, doppia di quella della reſiſtenza poſta in *c* od in *i*. Ora ſecondo quel che abbiamo inveſtigato intor-

* Fig. 42.

torno alla leva, 4 oncie ad una distanza doppia dal punto d'appoggio, sono capaci di sostenerne 8.

Ma quando la potenza dirigesi obliquamente, ella non basta più ai medesimi effetti di prima; perchè la direzione perpendicolare al braccio della leva, è, come l' abbiamo mostrato, la più vantaggiosa di tutte, per conseguenza lo sono meno tutte l'altre. E' vero che P*l* è perpendicolare al raggio *lc*; ma questo raggio per cui si può concepire che la potenza adoperi, è obliquo a *ci*, direzione della resistenza; lo che coincide allo stesso.

Finalmente il punto d'appoggio dirige il suo sforzo per *gm*, quando la potenza s'inclina come P*l*; perchè nell'instante di questa inclinazione la carruccola non essendo sostenuta dalla parte della potenza, gira e scorre, sin a tanto che sostenuta sia egualmente da una parte e dall'altra, lo che non succede se non quando l'angolo *gkc* è uguale a quello dell'altra parte P*kc*.

APPLICAZIONI.

Poichè quando s'è fissata la corda della carrucola in A, *Fig.* 41. non occorre più in H, se non una forza di 4 oncie per sostenerne un' altra di 8 in D; e poichè una forza di 4 oncie, è sempre la stessa, o adoperi ella da su in giù, ovver si faccia il suo sforzo da su in giù per mezzo d'una bilancia; si può dunque sostituire alla stanghetta di bilancia HK, un' altra carrucola L, od *l*, Fig. 42 che farà, come quella, l'ufizio d'una leva del primo genere,

nere, e non vi sarà mai da sostenere in M, od in m, fuorchè uno sforzo di 4 oncie.

Se per resistere a questo sforzo di 4. oncie, si prolunghi la corda da M in N, Fig. 43. e si faccia ella passare sotto una terza carrucola N O; questa, simile alla prima, diventerà una leva del secondo genere, in cui la potenza O, una volta più lungi dal punto d'appoggio N, che la resistenza che preme su l'asse, averà sol bisogno d'una forza assoluta, che sia metà della sua; non sarà dunque d'uopo se non d'uno sforzo di 2 oncie da giù in su; e se riesce più inacconcio il tirare da su in giù, una quarta carrucola darà tale direzione, come la seconda.

La seconda e la quarta carrucole, che servono di rimando per cangiar la direzione, possono esser collocate in una medesima forma od incastro; e se questa forma è ficcata e salda nella sommità, la sua parte inferiore può servire ella stessa di punto fisso al primo capo della corda, che abbiamo supposto essere attaccata in F.

Questa maniera di collocare così in una medesima forma molte carrucole, o parallelamente fra esse, o le une al di sopra dell'altre e nota già da lungo tempo sotto 'l nome di *taglia* o coperchio, ovvero di *carrucole coperchiate*. Queste macchine sono in grand'uso per innalzare grevi masse, e sono assai comode, perciocchè occupano poco luogo, e si può senza imbarazzo aumentare a piacere l'azione d'una medesima potenza; ma ciò non si fa, come in tutte l'altre macchine se non a costo d'una maggiore velocità della potenza: imperocchè, se la carrucola, ch'è caricata della resistenza, *Fig.* 40., si solleva fino alla linea $d\,a$, è evidente

dente che la potenza che produce quest'effetto percorre due volte altrettanto di strada nel tempo medesimo poichè le due parti *ab*, *de*, della corda per cui adopera, devono trovarsi al di sopra della linea, *d a*, quando il centro della caruccola vi sarà giunto: ora queste due lunghezze *ab*, *de* pareggiano due volte l'altezza *cb*.

L'avantaggio che le taglie, o carrucole coperchiate danno alla potenza, non può essere accresciuto all'infinito; una volta che le forme o corperchi contengono una certa quantità di carrucole, gli attriti inevitabili cagionano in appresso un calo notabile nel prodotto delle forze motrici, il quale supera quanto guadagnar si potrebbe, aumentando ancora il numero delle carrucole.

Deesi disporre in sì fatta guisa le taglie, o carrucole coperchiate, che le direzioni delle corde trovinsi parallele più che sia possibile; imperocchè abbiam fatto vedere, che le potenze che adoperano obliquamente, hanno meno di forze, (*ceteris paribus.*)

Delle Ruote.

Una *Ruota* è, come la carrucola, un corpo rotondo, ordinariamente piatto, e mobile sul suo centro: la circonferenza, in luogo d'essere scavata a gola, riceve il moto che le si comunica, o trasmette quello che ha ricevuto, col mezzo del suo attrito, o di certe parti sporgenti che vi si riservano, o che vi si aggiungono, e che nomansi *denti*, e *caviglie*, o *palette*.

Le ruote si muovono in due guise; o girano sem-

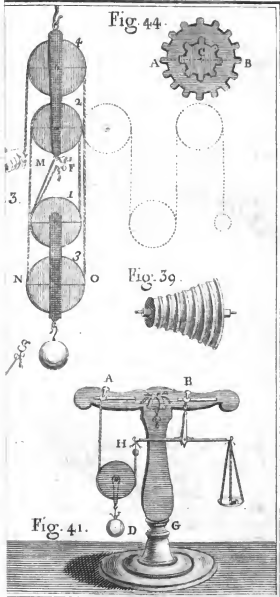
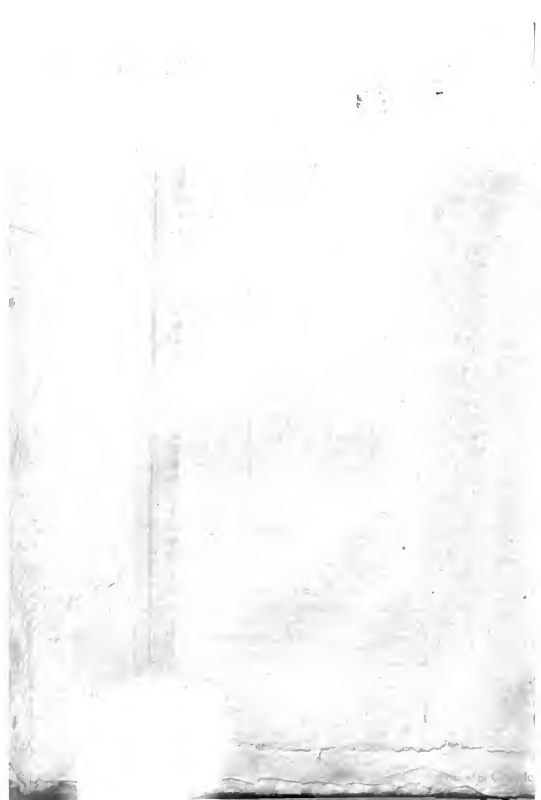
sempre nel medesimo luogo, con un asse ch'è attaccato al loro centro, ed i cui perni girano dentro fori che servon d'appoggio, come si vede negli oriuoli, ne' menarrosti, mulini &c. oppure girando su la propria circonferenza, portano il loro centro, e l'asse che l'attraversa, in una direzione parallela al piano od al terreno ch'elleno percorrono: tali son quelle che si pongono alle carrozze ed all'altre vetture.

Le ruote, che hanno una sola spezie di moto, gli assi delle quali non fan che girare, debbono essere considerate come leve del primo genere, che servono egualmente che la carrucola, a cambiar la direzione del moto, a trasmetterlo in lontano, a pareggiare potenze molto differenti l'una dall'altra, ad aumentare la velocità nell'una delle due.

1. I due denti A, B *Fig.*44. possono esser presi per le estremità d' una leva spartita in due braccia eguali dal punto fisso o centro di moto C; e se si ponga sul medesimo asse un'altra ruota una volta più piccola, quella delle due potenze che agisce col dente *a*, essendo una volta più da presso al centro che l' altra, diventa per questa ragione una volta più debole. Si può dunque per tal mezzo eguagliare la forza d'una lira a quella di due.

2. Si averebbe ancora il medesimo effetto, se la picciola ruota, in vece d'essere immediatamente applicata su la grande, fosse dall' altro capo dell' asse; in questa maniera il moto della ruota grande H Fig. 45. si può trasmettere ad una grande distanza, mercè della piccola ruota, o rocchello D, che s' attiene all' istesso fusolo, o tronco.

3. Se

Fig. 44.
A
B
C
4
2
M
F
3.
1
3
N
O
Fig. 39.
A
B
H
Fig. 41.
D
G

3. Se quest' ultimo rocchello s' incastra in un'altra ruota E, che abbia de' denti paralleli al suo asse, il moto che gli farà trasmesso, muterà direzione e diventerà orizontale, di verticale ch'egli era.

4. Finalmente, se la ruota E ha quattro volte più di denti, che il rocchello D, non potendo questo muoversi senza la ruota verticale H, bisogna che l'una e l'altra facciano quattro giri, per far girare una volta la ruota orizontale E: e reciprocamente se si gira una volta questa, si faran girare quattro volte, il rocchello, il fusolo, e la ruota verticale. Se si supponga pertanto in ciascheduna delle due ruote grandi una manetta, od ansa, F, o G, condotta da un uomo, che le faccia fare un giro in un secondo; il moto averà quattro volte più di velocità quando ei farà girare la manetta F, che quando si applicherà la medesima potenza in G.

In quanto poi alle ruote, che hanno due sorte di moti, come quelle de' carri, il centro delle quali s'avanza in linea retta, nel mentre che l'altre parti girano attorno di esso; debbonsi per lo più considerare come una leva del secondo genere, che replicasi tante volte, quanto si ponno immaginar punti nella circonferenza. Imperocchè ciascuno di questi punti è l'estremità d'un raggio appoggiato da una parte sul terreno, e l'altro capo del quale caricato dell' asse che porta la vettura, è nel medesimo tempo tirato dalla potenza che la guida o trascina; di maniera che se il piano fosse perfettamente eguale ed a livello, se la circonferenza delle ruote fosse ben rotonda e senza ineguaglianze, se

non

non vi fosse alcun attrito dell'asse ne' mozzi, e se la direzione della potenza fosse sempre applicata parallelamente al piano, una piccola forza menerebbe una caretta pesantissima. Imperocchè la resistenza che vien dal suo peso, riposa intieramente sopra il terreno per mezzo del raggio CM, Fig. 46, o d'un raggio simile, che gli succede un momento dopo.

Ma di tutte le condizioni, che pur ora abbiam supposte, ed il concorso delle quali sarebbe necessario per produrre un tal effetto, appena se n'incontra qualcheduna nell'uso ordinario.

Le ruote delle carrette sono ritondate grossolanamente, e guernite di grossi chiodi; le strade sono ineguali per se stesse, o lo diventano per il peso della vettura che le sprofonda. Queste ineguailtà, sì delle ruote, come del terreno fanno, che s' appoggi la ruota con un raggio CQ, ovver CN, obliquo alla direzione della potenza PC, od a quella della resistenza CM: il peso che sta in C pesa dunque in parte contro la potenza, che non lo può far avanzare, se non facendolo salire tanto, quanto il punto Q o N è al di sopra di M.

Oltre di che, quand'anche le circonferenze scorressero sopra superfizie perfettamente eguali e dritte indispensabilmente dall'asse ai mozzi si fa un attrito di per se stesso e per lo più notabile, siccome abbiamo osservato nella terza Lezione. (Tomo I. pag. 146.)

Le cavità, e le altezze, che s'incontrano nelle strade, mutano parimenti la direzione della potenza. Un cavallo posto più alto o più basso per la disposizion del terreno, in vece di fare il suo sforzo per la linea CP. *Fig.* 46; pa-

parallela alla porzione del piano, che attualmente porta le ruote, lo fa bene spesso per CS, o CR, cioe obliquamente alla direzione CM della resistenza, e conseguentemente con dello svantaggio.

Ma se non è possibile superare assolutamente tutte queste difficoltà, si può almeno in parte prevenirle con impiegare delle ruote grandi; imperocchè è certo, che le piccole ruote s'impigliano più che le grandi, nelle ineguaglianze del terreno, come veder si può dalla *Figura* 47. e perchè la circonferenza d'una gran ruota, misura nel correre più strada che quella d'una piccola; ella gira men presto, o fa un più piccolo numero di giri per correre un dato spazio, lo che risparmia in parte degli attriti.

Per ruote grandi noi intendiamo quelle che hanno cinque o sei piedi di diametro: in questa grandezza, elleno hanno ancor l'avantaggio di avere il loro centro appresso a poco all' altezza del tiro d'un cavallo; con che il suo sforzo si mette in una direzione perpendicolare al raggio che posa verticalmente sul terreno; cioè, nella direzione la più favorevole, almeno ne' casi più ordinarj.

Del

Del Torno o Martinello, e dell' Arganello.

L' inspezione sola delle *Figura* 48. e 49. basta per far conoscere, che queste due macchine, a parlar propriamente, sono la medesima con nomi differenti, secondo le differenti posizioni, nelle quali s' adopra. Quando il rotolo, o cilindro AB, a cui s' avvolge la corda, e che è la parte principale, trovasi collocato orizontalmente; la macchina si chiama *Torno* o *Martinello*; chiamasi poi *Arganello*, quando cotesto ruotolo; o legno bislungo e rotondo sia verticale.

Queste due macchine sono frequentemente usate ne' pozzi, nelle cave di pietra, nelle fabbriche, per alzar su gran sassi, ed altri materiali; sopra le Navi e nei Porti, per levar l' ancore &c. E se vi porrem mente, lo troveremo in piccolo, in altri infiniti luoghi, dove non son differenti, se non per la foggia, o per la materia onde sono costrutte. I *tamburri*, i *rocchetti*, e le *lumache*, alle quali s' avvolgono le corde o le catene per rimontare i pesi o le molle degli orologi, de' penduli; &c. debbono considerarsi come tanti piccoli torni, ovvero arganelli.

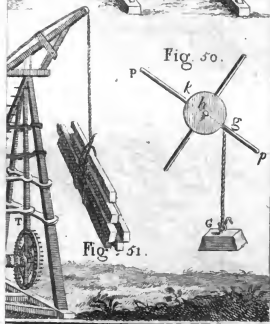
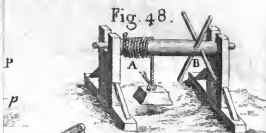
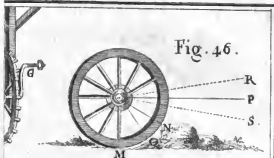
Quello che abbiam detto delle carrucole e delle ruote, comprende il più importante da sapersi circa il Torno; imperocchè se si considera il fusolo che gira, come una fila o serie di carrucole, infilzate sul medesimo asse, se considneransi le leve a croce, che servono a metterlo in moto, come raggi prolungati, della prima di queste carrucole; finalmente se si bada,

che

Fig. 46.

Fig. 48.

Fig. 50.

Fig. 51.

che quando l' asse gira, tutto quello che fa corpo con lui, partecipa del suo moto; vedesi tosto, che questa macchina fa l' ufizio d' una leva senza fine, del primo o del secondo genere, che ha due braccia ineguali, contando dal punto fisso *b*; cioè il semidiametro del cilindro *g b*. *Fig* 50. con cui adopera la resistenza, ed un altro raggio *h k* del medesimo cilindro prolungato da una delle leve che formano la croce, e con cui la potenza fa il suo sforzo.

La potenza P o *p* è dunque alla resistenza G, come la lunghezza P *b*, o *pb* è e *gb* o *kh*; vale a dire, che se ciascuna delle leve incrociate, contando dal centro del cilindro, è quattro volte più lunga che il semidiametro *g h*, un peso di 400 lire, attaccato alla corda G g. può essere, sostenuto da uno sforzo equivalente a 100 lire, che resisterebbe in P.

Ma se non vi avesse fuorchè uno sforzo di 100. da impiegare in simil maniera contro 400; allorchè la leva P venisse a girare, la potenza prenderebbe una direzione svantaggiosa, e non basterebbe più, come l' abbiamo spiegato parlando de' manichi da giravolta; oltre di che, se queste leve incrociate fossero molto lunghe, un uomo non potrebbe facilmente lasciar l'una per afferrar l'altra; e perciò nelle cave di pietra, nelle miniere, e nelle macchine simili agli argani da levar pietre nelle fabbriche, ove il torno o cilindro orizontale s' adopra in grande, le leve incrociate mettono capo ad una circonferenza, e formano una gran ruota, guernita di caviglie, come TT. *Fig.* 51. Con questo mezzo la forza degli uomini; sempre applicata ad una medesima distanza dal centro di moto, agisce

ſce uniformemente, e molti lavorar poſſono nel tempo medeſimo da un medeſimo raggio, ſenza reciprocamente incomodarſi.

Se la corda; dopo d'avere avvolto il cilindro o torno in tutta la ſua lunghezza, ritornaſſe ſopra ſe medeſima per avvolgerlo una ſeconda, o una terza fiata, come accade quando ſi adopera il torno per alzar peſi ad una grande altezza: conviene aver riguardo all'accreſcimento del diametro del torno; imperocchè eſſendo l ſuo raggio la leva della reſiſtenza, quando il idiametro della corda è aggiunto una o due volte alla lunghezza di queſto raggio, lo sforzo del peſo da ſollevarſi, trovaſi più lontano dall' aſſe o punto d'appoggio, con che altrettanto detto sforzo s'aumenta.

II. SEZIONE.

Del Piano inclinato.

TRattando noi della Gravità nella VI. Lezione (Tom. II.) abbiam data la definizione del piano inclinato; e moſtrato abbiamo, come e con quai proporzioni egli ritarda la diſceſa de' corpi gravi. Supponeremo dunque, come verità provata, che una maſſa che ſcorre o sdrucciola dall'alto al baſſo lungo un piano inclinato, è in parte ſoſtenuta da queſto piano, e tanto più, quanto l'inclinazione è maggiore.

Segue da queſto prrincipio, che una potenza appli-

applicata a sostenere un corpo sopra un piano inclinato, non ha bisogno d'essere eguale al peso di questo corpo: e non essendo altro un peso, se non se una forza, la cui direzione è determinata; si può dire più generalmente, che una potenza (qual si voglia) la quale ha da seguitare un piano inclinato alla sua direzione, può essere pareggiata o vinta da un'altra potenza più debole.

Ma poichè un piano fa ostacolo alla discesa d'un corpo; per essere obliquo alla direzione della gravità, deesi presumere, ch'egli indebolirà parimenti ogni altra potenza, la cui direzione sarà obliqua alla sua; ed infatti l'esperienza prova, 1. Che una piccola forza ne sostiene una maggiore sopra un piano inclinato; 2. Che una piccola forza impiegata contro una maggiore, non adopera mai con tanto vantaggio, quanto allorchè la sua direzione è parallela al piano inclinato, per lo quale ella fa il suo sforzo.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La macchina ch'è rappresentata dalla *Figura prima*, è composta d'una tavoletta AC lunga circa 15. pollici, e larga tre o quattro; ell'è congiunta, con doppione o cerniera in C, ad un'altra tavoletta, nella estremità della quale è fissato un quarto di circolo, che serve a regolare e determinar la sua inclinazione: D è un cilindro di legno duro, che pesa 506 on-

cie, e che gira liberissimamente sopra il suo asse in una spezie di forma di metallo; sostenuta da due cordicelle, le quali passano sopra due carrucole di rimando *e*, *e*, e dalle quali ne' capi stan pendenti due pesi *d*, *d*, di 2. oncie cadauno. Le due piccole carrucole sono portate da un pezzo di metallo, il quale collocar si può in diversi luoghi sul quarto di circolo.

Inclinasi il piano AC un poco più che 45 gradi; collocasi il cilindro D nella sua parte inferiore, e si mettono le carrucole di rimando in foggia tale, che le cordicelle che tirano il cilindro, sieno parallele al piano inclinato; e lascinasi oprare i due pesi *d*, *d*.

Quindi si ripete la medesima cosa, eccetto soltanto, che le carrucole di rimando pongonsi in E od in F, affinchè le loro direzioni si trovino al di sopra o al di sotto del piano inclinato, e facciano un'angolo con esso, come ADF, o ADE.

EFFETTI.

Essendo le cordicelle in una direzione parallela al piano inclinato, i due pesi che pesano insieme 4 oncie, cominciano a traportare il cilindro che ne pesa in circa *6*. Ma quando si son poste le carrucole in F ed in E, questi medesimi pesi non bastano per far ascendere, e nè anco per fermare esso cilindro. Il medesimo effetto succede, se invece di mutare di luogo le carrucole, s'inclini più o meno il piano AC.

SPIE-

SPIEGAZIONI.

Il cilindro della nostra esperienza è un corpo grave, che naturalmente è determinato à moversi dall'alto all'ingiù, e perpendicolarmente al piano dell'orizonte: due cagioni concorrono a fermarlo, la prima è la resistenza del piano inclinato, sul quale egli posa; la seconda è lo sforzo dei due pesi *d*, *d*. Se quest'ultima causa oprasse sola, bisognerebbe che la somma dei due pesi fosse eguale alla massa del cilindro; s'è veduto dagli effetti dell'esperienze, che 4 oncie ne sostengono 406, per mezzo del piano inclinato, dunque è indubitabile, che in simil caso una piccola forza ne può sostenere una più grande.

Per render ragione di quest'effetto supponiamo che la linea *ac*, Fig. 2. sia il piano inclinato, che il circolo *dfg* sia la base del cilindro, che tutto il peso di questo corpo risieda nel centro *k*, e stia in equilibrio con una potenza, la cui direzione è *kp*, mentre il suo peso lo sollecita a discendere per la linea *kb*, perpendicolare all'orizonte *bc*. Ecco dunque due forze applicate all'estremità *k*, d'un medesimo raggio o leva, l'altra di cui estremità *d* è appoggiata sul piano; ma l'una delle due forze fa con questa leva un angolo retto *pkd*, la sua azione è nella direzion più vantaggiosa, ch'ell'esser possa; l'altra al contrario agisce per una linea inclinata a questa medesima leva, e fa con essa un angolo acuto *dkb*, il che la riduce alla lunghezza *de*, secondo quello che abbiamo insegnato nella Sezione precedente; così,

si, essendo *d e* più corto che *d k*, si può dire, che il peso del cilindro di tanto appunto cede alla potenza *p*: e per ridur ciò ad una regola generale, si dee por mente, che il triangolo *dke* è simile a quello che rappresenta il piano inclinato *a b c*, e ché le due linee *d e d k*, per conseguenza hanno il medesimo rapporto fra esse che hanno *a b* ed *a c* dal che segue questa proposizione, che *il peso del mobile è alla potenza che lo sostiene, come l'altezza del piano inclinato è alla sua lunghezza*: vale a dire, che se la linea *a b*, altezza del piano, è alla linea *a c*, che n'esprime la lungezza, nella relazione di 2 a 3, con uno sforzo di 2 oncie si può sostenere un peso di 3 oncie, posto sopra un piano inclinato.

Ma essendo che la potenza non ha tal vantaggio sopra la resistenza, se non in conseguenza d'una direzione più favorevole al suo sforzo, ne debbe aver meno quand'ella cessa d'agire parallelamenre al piano; imperocchè in tutt' altra posizione, ell'è inclinata al raggio *d k*. Il piano inclinato non è favorevole alla potenza, se non perchè sostiene in parte il peso del mobile. Quando questa potenza agisce al di sopra del piano come K*i*, non lascia portare al piano tutto quello ch'ei potrebbe portare; e se da esso si allontana sin a tirar direttamente il peso secondo la linea K*l*, è evidente che allora il piano non è più caricato di nulla, e che lo sforzo della potenza debb'essere eguale al peso del mobile per sostenerlo. Quand'ella adopera al di sotto del piano, come K*m*, una parte della sua forza si spende a vuoto contro il piano; e ognun capisce, che s'ella si abbassasse

sino

fino a prender la direzione K n, la resistenza del piano diventando diretta, l'impedirebbe dall' avere alcuna azione contro 'l peso del mobile.

APPLICAZIONI.

L'esperienza che abbiamo quì dianzi spiegata fa vedere non solamente che si può trar vantaggio dai piani inclinati per vincere resistenze, o per sostenere grandi pesi con forze men grandi delle necessarie per fermar essi pesi, o per sollevarli in una direzione verticale; ma fa altresì, conoscere, che un mobile il cui centro di gravità non è sostenuto, dee sempre cadere, quantunque nel resto egli posi. Imperocchè non basta che il cilindro sia dirizzato e fermo al punto d sul piano; (Fig. 2.) se non vi fosse lo sforzo della potenza p, egli rotolerebbe dall'alto al basso; perchè il centro della sua gravità che adopera nella direzione kb, non è sostenuto.

In tal guisa si può render ragione d'un'infinità d'effetti, che arrecano maraviglia, e che si stenta a spiegare, quando s'ignora, o non si pon mente a questo principio. La figura 3. per esempio, rappresenta un solido A, composto di due coni, congiunti nelle loro basi; si posa questo corpo sopra due regole BC, DC, che fann'insieme un angolo acuto, e che sono più sollevate nell'altra estremità B, D, di maniera che egli è come sopra un piano inclinato; allorchè egli si lascia libero, ascende rotolando, e seguita in apparenza, una strada affatto contraria a quella che sogliono tutti i corpi gravi tenere.

Quest'effetto nasce, dal non essere sostenuto

il centro di gravità del corpo A; perocchè quando è posto in C, vi resterebbe in quiete, se si reggesse sopra un raggio, *ae* perpendicolare al piano orizontale *ef*; *Fig.* 4. Ma comechè le due regole fanno un angolo, elleno toccano questo doppio cono per punti che sono più rimoti come *g*: perciò il centro di gravità ch'è in *a*, dà in falso, ed il corpo intiero comincia a scorrere da C verso B. Secondo ch'egli s'avanza in tal direzione, le due regole essendo sempre più divaricate e separate, il mobile discende d'una quantità eguale al semidiametro *ae*, più grande che l altezza *f*B, alla quale pare essersi alzato; ed il punto *a*, in riguardo all'orizonte, discende realmente la quantità *b*B.

Se i corpi cadono ogni volta che il centro di gravità non è sostenuto, è vero dire parimenti, ch'e' non cadono mai, finchè questo medesimo centro è appoggiato; per questo vedonsi tanti edifizi, che hanno perduto la loro direzione a piombo, e che nullostante reggono; e certe opere fatte a bello studio sporgenti, che pur hanno la sodezza lor necessaria.

A prima giunta crederebbe forse taluno, che un ballerino da corda faccia tante e sì varie gesticulazioni colle sue braccia per darsi certo buon garbo; ma la vera ragione si è, che caminando egli sopra un piano nobilissimo, che continuamente s'inclina, e in diverse guise, sott'a suoi passi; quand'ei s'accorge che il centro del suo peso non è sostenuto, lo richiama nella linea di direzione, allungando le braccia dal lato opposto, come una leva, il di cui peso è tanto più forzoso, quanto son più lontane le sue parti dal centro del loro moto: e quand'egli non

non è per anche esercitato e pratico abbastanza nell'arte sua, adopera a tal effetto un contrapeso, cui allunga o sporge a dritta od a sinistra secondo il bisogno.

I fanciulli che cominciano a camminare, e che non hanno ancora acquistato l'uso di dirigere i loro corpi relativamente ai diversi piani sopra i quali passano, schivano col moto delle lor braccia, parte di quelle cadute, alle quali gli espone di continuo un' andatura non ben per anche salda e misurata.

Perchè le persone che hanno uno sterminato ventre si piegano indietro? Perchè senza il corpo così atteggiato, il centro di gravità pochissimo sostenuto, porrebbeli in rischio di cadere colla faccia ingiù. Un facchino all'incontro, che porta un grosso peso su la schiena, curvasi innanzi, perchè il suo carico e lui fanno un centro di gravità comune, che per lo più, si trova situato fuori di colui, che'l porta, e che non si reggerebbe, nè sarebbe sostenuto, se egli camminasse diritto. Bisogna dunque necessariamente, che si pieghi, fin tanto che cotesto centro si trovi in una linea verticale che passa tra i suoi due piedi.

Quando un vuole star dritto e fermo sopra una gamba, dee fare un moto di fianco, affine di mettere il corpo perpendicolarmente sopra quel dei due piedi che dee sostenerlo; se un altro vuole abbassarsi, portando innanzi la testa, bisogna necessariamente, ch'ei porti indietro la parte opposta, per mantenere tra l'una e l'altra l'equilibrio; ed ecco perchè non si può nè star ritto sopra un piede, nè raccor nulla davanti a sè, abbassandosi, quando si ha immediatamen-

te a fianco, e dietro di sè, un numero che impedisca i movimenti che è d' uopo fare per mantener il centro di gravità nella linea di direzione, che passa al punto d' appoggio.

DELLE MACCHINE

Le quali sono composte di piani inclinati.

TRA le macchine, che adoperano come piani inclinati, le più semplici, e quelle di uso più comune, sono le *Biette*, o Conj, e le *Viti*, o Chiocciole: a queste due spezie io mi ristrignerò; ed esaminado le loro principali proprietà, ne additerò alcune altre, che a quelle riferir si possono.

DEL CUNEO.

Comunemente si dà il nome *Cuneo*, o *Conio* ad un corpo duro, composto di tre piani, che terminano due triangoli, come DAC, Fig. 15. i due più lunghi di questi piani formano un angolo nella linea A *a*, che chiamasi la *Punta*, o il *Taglhente*; il più piccolo D *c*, che determina il loro discostamento, si nomina la *Base*, o la *Testa*, e l'altezza misurasi dalla linea A B, che si reputa come l' *asse* del Conio.

Si adopera d' ordinario questa macchina, per fendere, sollevare, o premere e strignere qualche materia; e per metterla in opra, ci serviamo·

mo della pressione d'una molla o d'un peso, e più comunemente ancora, dell'urto o percossa d'un corpo duro, che facciam muovere con una certa velocità, come un martello, un maglio, ec.

Il più delle volte, la resistenza che s'ha a vincere col conio, proviene dalla tenacità delle parti che s'hanno da disunire, e spaccare; questa aderescenza, che varia all'infinito, secondo la natura de' corpi, la loro grandezza, la loro figura, e molt' altre circostanze, non può calcolarsi che con somma difficoltà; da un altro canto, la percussione che impiegasi per far oprare il conio, è una forza, ch'è difficile paragonare senza errore a quella d'una mera pressione; perchè il prodotto del suo sforzo non dipende solamente dalla quantità del moto nel corpo che percuote, ma ancor dalla natura del corpo percosso, dalla maniera ond' egli riceve il colpo, e da molt' altre cagioni, che influiscono spessissimo più o meno di quel che s'avrebbe creduto. Io lascerò dunque da parte tutte queste considerazioni, come estrance al mio oggetto presente; e per ristrignermi precisamente nelle proprietà del Conio; verrò supponendo alcune potenze, delle quali si conosce la forza assoluta; *es. gr.* de' pesi o delle molle d'una determinata forza, affine di non aver più da considerare fuorchè i rapporti e le ragioni mutue, che prendon la potenza e la resistenza per la sola interposizione del conio.

Considerando le differenti maniere onde il conio può adoperare, ne concepisco principalmente due, alle quali parmi potersi ridurre tutte l'altre con qualche modificazione. Primieramen-

mente, immagino due corpi A, B, Fig. 6. appoggiati sovra un piano ben solido, sul quale non possano se non sdrucciolare, o rotolare nelle direzioni CD, CD; suppongo altresì, che una forza determinata, come di 10. lire, per esempio, applicata in E, s'opponga a questo moto: se farò discendere tra i due corpi il conio EGH da tutta la sua altezza, egli è certo che alla fine di questa azione i due mobili A, B saranno separati l'un dall'altro tutta la larghezza della base FH. Ben si capisce altresì che lo sarebbono più o meno, se io impiegassi un altro conio, il cui angolo fosse più o meno aperto, come *imG*, oppur *ln* G; ma per trasportare così due masse che resistono, abbisogna della forza, e convien impiegarne d'avantaggio, quando trasportansi ad una distanza più grande in un tempo determinato.

Secondariamente, io mi figuro un conio che fa sforzo per vieppiù scostare e separare le due parti d'un pezzo di tronco, già un poc'aperto Fig. 7. nel mentre ch'elleno resistono a tale disgiungimento mercè la connessione, e legatura delle fibre, che sono ancora unite al di sotto dell' angolo *p*. Concepisco dall'una le due linee *sp*, *pq*, e dall'altra parte, *tp*, *tr*, come due leve angolari, le cui braccia *pr*, *pq*, sono legate insieme per mezzo di fila egualmente distanti l'uno dall'altro; il conio adoperando in *t*, ed in *s*, fa dunqe il suo sforzo con le due braccia *tp*, *sp*, contro il primo legame, ch'è nell'angolo *p*, mentre le altre due braccia s'appoggiano mutuamente l'un contro l'altro al di sotto. Se questo legame è inflessibile, e se non può cedere senza rompersi, lo sforzo del conio produrrà

durrà quest' effetto, se un po póco eccede la fòrza di cotesto filo; e una volta che rotto egli sia, quello che gli siegue immediatamente, tuttocchè egualmente forte, romperassi con maggiore facilità per la medesima azione del conio, perchè allora la leva della potenza dee sempre andar crescendo. E per qual altra cagione, se non se per questa, i legni duri e secchi, le pietre, il vetro, e generalmente tutte le materie, delle quali son molto rigide; e dure le parti, si frangono per scheggie, e si fendono molto facilmente, dacchè si ha cominciato ad intaccarle? Così del tutto non sarebbe già, se questi legami ch' io suppongo, fossero flessibili, perchè venendo i primi a cedere un poco, lascerebbono portare agli altri lo sforzo del conio, e la medesima forza non basterebbe per romperli affatto.

Segua o in una maniera o nell' altra l' azione del conio, manifesto è sempre, 1. che si può servirsene utilmente per vincer grandi resistenze: 2. Che la sua azione tanto più diventa poderosa, quant' egli è più acuto: L' esperienza, confermando queste due proposizioni, ci darà adito a determinare la ragione mutua delle potenze, che adoperano l' una contro l' altra col mezzo di questa macchina.

II. ES-

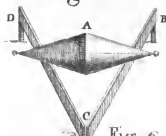
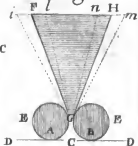
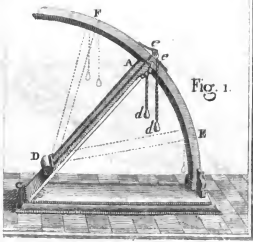
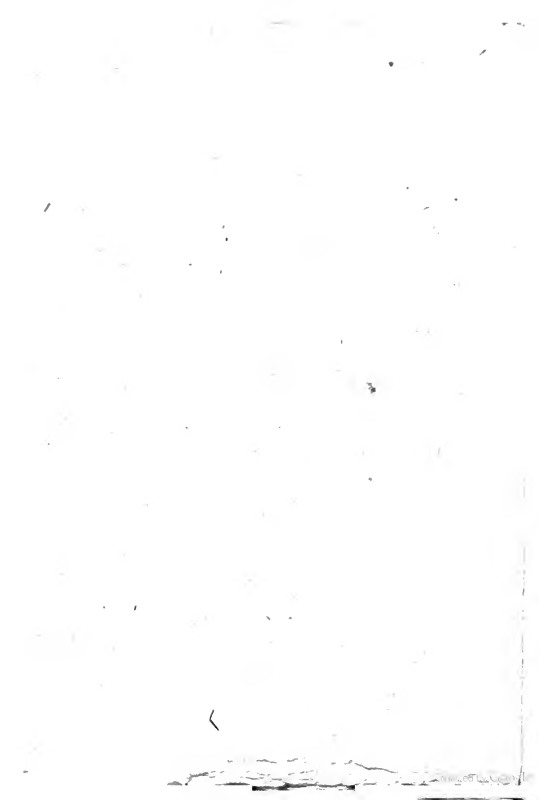
II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

I due piani AC, BC, *Fig.* 8. formano le due facce d'un conio, che può diventar più o meno acuto, col mezzo d'un doppione, o ganghero nel punto C, e di due madreviti E, F, che fermano l'altre due estremità nella regola GH; Per tale effetto quest'ultimo pezzo debb'essere forato e trapassato da banda a banda con una spezie di canaletto, in cui si fa scorrere due orecchioni a vite, che si sono aggiunti ai capi dei due piani. DI è un telaro collocato orizontalmente sopra due stanti che terminano in una tavoletta la qual serve loro di piede. Due cilindretti *m*, *n*, girano dentro piccole forme, che sdrucciolano con molta facilità sopra due fila di metallo, tese da un capo all'altro del telaro. Da questa disposizione si vede, che i cilindri non possono essere l'un dall'altro separati e disgiunti, se non per una forza capace di sollevare il peso *p*, e che il conio ABC oprando contr'essi col suo proprio peso, o con quello che se gli aggiugne, è facile paragonare lo sforzo della potenza con quello della resistenza.

Essendo il peso *p* di due lire, rendasi il conio talmente acuto, che il proprio peso basti per separare i cilindri; quindi si apra in maniera che la sua base AB sia eguale all'altezza KC.

EF-

Fig. 3.
D
A
B
C
Fig. 5.
d
c
D
B
C
a
A
Fig. 6.
F
l
n
H
i
m
E
G
E
A
B
D
C
D
F
e
e
A
Fig. 1.
d
d
E
D
C

EFFETTI.

1. Quando il conio è bastevolmente acuto, quantunque non pesi se non 12 oncie, il suo sforzo diventa sufficiente per scostare i cilindri.

2. Quando la sua altezza eguaglia due volte la larghezza della sua base, egli separa nè più ne meno i cilindri, se si aggiunga un poco più di 4 oncie al suo peso: vale a dire, che con uno sforzo d'una lira egli fa equilibrio ad una forza ch'è doppia.

SPIEGAZIONI.

Se il peso *p*, della nostra esperienza, fosse spartito in altri due, d'una lira ciascuno, come *p*, *r*, *Fig. 9*. e i due cilindri *m*, *n*, non potessero disgiungersi l'un dall'altro, senza far ascendere altrettanto questi due pesi; è certo, che senza l'intermezzo della macchina, sarebbe d'uopo d'una massa eguale a due lire per far loro equilibrio, ed un poco più per farli ascendere: ora vediamo che per lo mezzo d'un conio, 12 oncie li trasportano: vediamo pure che n'abbisogna un po più di 16 per fare l'istesso effetto quando il conio diventa meno acuto: le nostre due proposizioni sono dunque provate; resta ora da spiegare il fatto.

La forza d'un corpo che si muove, o che tende a muoversi, viene dalla sua massa e dal grado di velocità ch'egli ha o ch'egli avrebbe, se il moto seguisse. Ora il conio *a b c* non può discendere da tutta la sua altezza, senza che i cilindri

lindri percorrano nello ſteſſo tempo i due ſpazj *c l*, *ci*, e ſenza che per conſeguenza i due peſi *p*, *r* facciano altrettanta ſtrada aſcendendo; ma queſti due ſpazj ch' eguagliano inſieme la baſe *a b*, non ſono ſe non la metà dell' altezza del conio, di maniera che un peſo poſto in *k* fa nel medeſimo tempo due volte tanta ſtrada diſcendendo, che li peſi *p*, *r*, ne fanno aſcendendo, così nel caſo dell' equilibrio il peſo *k* debb' eſſere alla ſomma degli altri due in ragione reciproca delle velocità, cioè, una lira contro due, quando la linea *kc* è doppia della linea *a b*: dal che ſegue queſta propoſizione generale, *la potenza è alla reſiſtenza, nel caſo d' equilibrio, come la baſe del conio è alla ſua altezza*; lo che tuttavolta non ſegue rigoroſamente, ſe non quando le forze oppoſte poſſono eſſere comparate a peſi, come nella precedende eſperienza.

APPLICAZIONI.

Gli uſi del conio non ſono limitati allo ſpaccar de' legni o delle pietre, e la ſua forma non è ſempre quella d'un pezzo di ferro, rozzamente aguzzato, che cacciaſi a martellate: ſi può dire in generale, che tutti gli ſtrumenti che tagliano, di qualunque natura ſieno, la zappa, la ſcure, la forbice, lo ſcalpellino, la ſcobbia ec. la lancetta e lo ſcalpro del Chirurgo, il coltello, ed il raſojo, ſtrumenti sì ordinarj, ſono altrettanti conj, l'angolo de' quai, la grandezza la figura, la durezza, ſono proporzionate alla qualità delle materie, ſopra le quali oprar debbono, ed all' azione del motore che dee regolare il loro sforzo. Queſta oſſervazione preſentaſi

da

da se stessa, quando si pon mente, che tutti questi ordigni hanno essenzialmente due superficie più o meno inclinate l'una all'altra, e che formano sempre, nel sito della lor congiunzione, un angolo più o meno acuto.

Essendo l'angolo la parte essenziale del conio, non è necessario; che sia formato col concorso di due soli piani; i chiodi che han quattro facce terminanti in una medesima punta, i punteruoli rotondi, le spille, gli aghi ec. la superficie de' quali può essere considerata, come un aggregato di linee, che riunisconsi ad un angolo comune, fanno pure l'officio de' conj, e debbono per tali appresso poco tenersi.

Convien osservare, che tra le diverse sorti di ordigni taglienti, ve n'ha parecchi che si fanno oprare trascinandoli, secondo la lor lunghezza, nello stesso tempo che s'appoggiano direttamente contro il corpo che vuolsi intaccare; tali sono i coltelli, i rasoj, ec. Queste sorte d'instrumenti fan la loro azione a modo di conj, e nello stesso tempo alla foggia delle seghe; imperocchè bisogna sapere che il più fino taglio è composto di parti, che non sono puntualmente tutte nella medesima linea: le une più alte dell'altre formano tanti piccoli denti, che col microscopio veder si possono, e che ad un lungo uso non reggono: per lo che suolsi aver cura di ristorarli, stropicciando le facce della lama ad una pietra da aguzzar feri, (lo che chiamasi dare il filo): ogni istromento che taglia a questo modo, non abbisogna d'essere appoggiatto sì forte come altri; il perchè nelle operazioni di Chirurgia, si preferisce per quanto si può l'uso del rasojo curvo a quello delle cesoje.

foje, che taglino ſtringendo; affine di evitare la contuſione delle parti, e recar men dolore all' infermo.

Ma quantunque un ferro tagliente ſia fatto per tagliare ſtirando, o traſcinando, come ſi fa cogli ordinarj coltelli, non dobbiamo dimenticarſi ch' egli può ancora intaccare e dividere un corpo, contro 'l quale ſia premuto direttamente. E' una temerità battere o premere, come faſſi talora, con la palma della mano, ſul filo d' un raſojo; la pelle per verità reſiſte un poco più, quando l' iſtrumento adopera ſopra di eſſa come un conio, particolarmente, s' egli attacca ad un iſteſſo tempo una non piccola eſtenſione; ma è ſempre perglioſo provare ſin dove può giungere tal reſiſtenza.

DELLE VITI,

La *Vite* è un cilindro, od un cono allungato ſopra 'l quale s' è fatta un' incavatura, che gira in linea ſpirale; il trammezzo, che ſi è conſervato tra i giri o cavi, ſi chiama il *Filetto*, o la *ſpira*; e la diſtanza che vi è da un filetto all' altro nomaſi il *Paſſo*: queſto medeſimo filetto, e queſta incavatura ſpirale, ſi fanno altresì in un cavo cilindrico, per lavorare una vite interiore; e quando queſte due ſorta di viti, la ſolida, e la cava, ſono talmente proporzionate, che il filetto dell' una poſſa muoverſi negl' intagli o gola dell' altra, e vice verſa, di vite cava piglia il nome di *chiocciola*, o vite femmina.

Sol che ſi dia un' occhiata alle *Figure* 10 e 11 ſi ſcor-

ſi ſcorge facilmente, che il filetto d'una vite, non conſiderando ſe non in luogo, che riceve lo sforzo della reſiſtenza, altro non è che un piano inclinato alla baſe del cilindro ch' egli avvolge, od intaglia; e che queſto piano è tanto più inclinato, quanto le ſcanalature ſono men grandi; perciò quando una vite gira nel ſuo cavo, o madrevite, ſi può dire che ſono due piani inclinati, uno de' quali sdrucciola ſu l' altro. L' altezza è determinata per cadaun giro o torno, dalla diſtanza d' un filetto all' altro, e queſta altezza inſieme con la circonferenza della vite, dà la lunghezza; imperocchè ſe ſi ſvolge o ſi ſviluppa uno di coteſti filetti *ab*, colla ſcanalatura *bc*, s'ha il triangolo *abc*, *Fig.* 10.

Quando ſi vuol far uſo di queſta macchina, ſi attacca, o ſi applica l'un de' due pezzi (la vite, o la madrevite) alla reſiſtenza cui biſogna vincere, e l'altro gli ſerve come di punto d'appoggio; allora girando, ſi fa muovere il cavo o la chiocciola ſopra la vite, o la vite nella chiocciola, ſecondo la ſua lunghezza, e ciò che reſiſte a queſto moto, avanza, o va indietro altrettanto. Ne' banchi de Chiavaiuoli, per eſempio, una delle due maciulle è ſoſpinta con l' azione d' una vite contro l' altra, alla quale è attaccata una chiocciola, o madrevite: biſogna, come ſi vede, che la potenza faccia un giro intero, per far che la reſiſtenza avanzi d' un paſſo, cioè da un filetto all'altro: così ſopponendola applicata immediatamente alla circonferenza della vite, lo ſpazio ch'ella percorre, od il ſuo grado di velocità, è *ac*, e quello della potenza è *bc*; ma però che ſi fann' ordinariamente girare le viti, e ſopra tutto le

grosse, con leve o con altra cosa equivalente, la forza motrice fa molto più di strada, che s' ella conducesse la vite immediatamente; non è più *a c* ch' esprime la sua velocità, ma è la circonferenza d'un circolo, di cui la leva DE è il semidiametro. Si può dunque porre per massima o proposizione generale nell' uso delle viti, prescindendo dagli sfregamenti, questa che segue: *La potenza è alla resistenza nel caso d'equilibrio, come l'altezza della scanalatura b c, e alla circonferenza descritta dall' Estremità* E *della leva con cui si opera*, vale a dire, *in ragione reciproca delle velocità*.

Secondo la materia, di cui si fanno le viti, e gli sforzi, che hanno da sostenere, si dan forme differenti a' filetti, od orlicci; per lo più sono angolari, come nella *Fig.* 10. o quadrati, come nella *Fig.* 11. Questi si praticano ordinariamente nelle grosse viti di metallo, che servono a' torchi, ed a' banchi, perchè hanno meno d'attriti. Si fan nelle viti di legno filetti angolari, per conservar loro della forza; imperocchè con tal figura, hanno una base più larga sopra il cilindro che li porta: la stessa forma pure si dà ai filetti di quelle piccole viti, che finiscono in punta, e che servono a scavare da per loro stesse la lor madrevite nel legno; debbonsi elle considerare, non men che le punte de' succhielli, e de' trivelloni, come tanti conj girevoli, l' angolo de' quali apre il legno tanto meglio, quanto è più acuto.

Fra un gran numero di macchine, la cui parte principale è una vite, ve n'ha due che si distinguono in modo speziale; l'una è quella famosa vite, che già da due mille anni porta il

nome

nome d'Archimede suo Autore, e che può, in parecchie occasioni, applicarsi molto utilmente all'elevazione dell'acque; l'altra è la *vite che non ha fine* o *perpetua*, nominata così, perchè la sua azione è continua dal medesimo verso, al contrario delle viti ordinarie, che si muovono in un cavo a vite, e che cessano di girare, dacchè son avanzate quant'è tutta la lor lunghezza.

La vite d'Archimede è composta d'un cilindro inclinato all'orizonte, che gira su due perni A, B, Fig. 12. e d'un canale o tubo, che l'avvolge in forma di spirale. Un corpo grave posto all'imboccatura *c* del canale, cade per il suo proprio peso in *d*: quando si è fatta girar la vite, il punto *d* del cannello o tubo, passa al punto *c*; ed il mobile, ritenuto dal suo peso tuttavia nel luogo più basso, trovasi nel canale al punto *f*, che ha fatto un mezzo-giro, ed è venuto in *g*. Continuando così, se gli fa percorrere tutta la lunghezza della vite da giù in sù; di maniera che col mezzo di quest'ingegnosa macchina, un corpo ascende in virtù della medesima forza che lo fa discendere. Se la parte inferiore di questa vite è immersa nell'acqua, si capisce facilmente che cotesto canale dev'empirsi a misura ch'ei gira, e produrre così un vuotamento d'acqua per la parte di sopra.

Movendosi questa macchina su due perni, una forza di poco rimarco la può far girare, purchè ella sia ben in equilibrio con se medesima; ma non si può servirsene, se non per innalzar l'acqua ad un'altezza mediocre, come quando trattasi di seccare un terreno; perchè questa vite essendo necessariamente inclinata,

non può portar l' acqua ad una grande elevazione, ſenza diventar ella ſteſſa aſſai lunga, e con ciò peſantiſſima, e ſenza correre riſchio di curvarſi; e di perdere il ſuo equilibrio.

Ciò che ſi nomina d' ordinario, *Vite che non ha fine*, è una macchina compoſta d' una vite, il cui cilindro o nocciolo gira ſempre dal medeſimo verſo ſovra perni, che terminano le ſue due eſtremità; i filetti di queſta vite, che ſono per lo più quadrati, menano girando una ruota verticale, ne'di cui denti s'incaſtrano. Queſta ruota porta nel ſuo centro un fuſolo, a cui s'attacca il pezzo, che ſi vuole elevare, nella ſteſſa maniera, che alla troclea. Vedi la *Fig.* 13.

Col mezzo di queſta macchina, ſi può vincere con pochiſſima forza una grandiſſima reſiſtenza: ma queſt' avantaggio coſta molto tempo; imperocchè biſogna che la vite faccia un giro interno per far paſſare un dente della ruota, e biſogna che tutti i denti paſſino per far girare una volta il ſuolo; di modo che ſe il numero de' denti è 100, ed il diametro del fuſolo di 4 pollici, per alzare la reſiſtenza P all' altezza d' un piede biſogna che la potenza F faccia girar 100 volte la manetta, od anſa: ma in molte occaſioni queſta lentezza è appunto l' oggetto principale, che ſi ha in mira, come quando vuolſi moderare il moto di alcune ruote, ovver di far ire innanzi, o retrocedere un corpo, lo ſpazio di quantità picciolisſima, ma che importa di appuntino conoſcere.

In queſta Sezione, ſiccome nella precedente, io ho ſempre fatto aſtrazione dagli attriti, per ſol badare agli effetti che naſcono da ciaſcuna mac-

macchina, considerata in se stessa; giova non pertanto avvertire, che nell'uso delle viti, e del conio, accadde spesso che l'effetto principale nasca dagli attriti, e che se nella pratica si trascurasse di por mente a questa spezie di resistenza, vi sarebbono pochi casi, ne' quali le forze opposte potessero paragonarsi con qualche precisione ed accuratezza; due esempj giustificheranno quest' osservazione. Quando con uno sforzo equivalente a cento lire si è cacciato un conio tra le due parti d'un pezzo grosso di legno, già un poc' aperto, la reazione o la molla del legno che s'oppone allo sforzo della potenza, sussiste tuttavia, quantunque si cessi d' oprarvi contro; perchè dunque il conio non ritorna da se stesso indietro, quando non è gran cosa ottuso? Perchè oppone allora alla pressione del legno che lo sollecita a retrocedere, l' attrito della sua superficie, ch'eguaglia, o che supera la forza che fa entrare dessa superficie. Quando si son serrate le due maciulle o morse d'un banco con la vite, nel momento che si cessa di farla girare, la resistenza è in equilibrio con la potenza; senza l'attrito, o sfregamento della vite nel suo cavo, o chiocciola, la menoma forza dovrebbe separare di nuovo le maciulle o morse, che si sono serrate; pure i maggiori sforzi non vengono a capo di tanto, ed in ciò consiste il principale vantaggio di quest' istrumento.

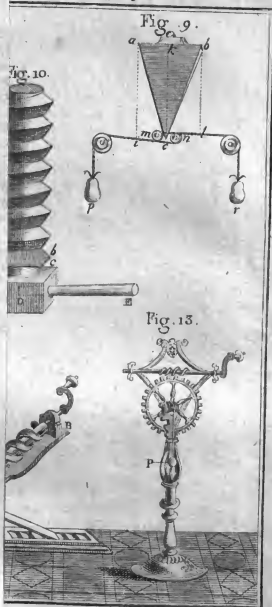
III. SEZIONE.

Delle Corde.

LE corde sono corpi lunghi e flessibili, talor semplici, ma il più delle volte composti di molte fibre, o fila di materia animale, vegetabile, o minerale. Le catene anch'esse, se si riguarda l'impiego loro nelle macchine, debbono essere considerate come corde; imperocchè quantunque la loro struttura sia del tutto differente, hann' elleno però le qualità essenziali delle corde, la lunghezza, e la flessibilità, che le rendono atte a'medesimi usi.

In meccanica s'adoprano comunemente le corde: 1. per cambiar la direzione del moto, come quando con una carrucola si fa salire un peso con lo sforzo d'un altro che discende: 2. per trasportar la potenza o la resistenza in un luogo più vantaggioso o più comodo; col mezzo d'una corda, esempigrazia, un cavallo ch'è su la riva, trascina una barca, cui non potrebb'egli quasi mai far movere in altra guisa: 3. per legare, strignere, e fermare in una maniera semplice e facile ogni sorte di mobili, che tendono da se stessi a disunirsi, o che una forza esterna sollecita a spaccarsi e disunirsi, o a mutar sito.

Le corde per se stesse non possono nè accrescere nè diminuire l'intensità delle forze, che adoperano contro di esse, o contro le quali si fann' opra-

Fig. 9.
a
k
b
m
n
l
i
c
p
r
Fig. 10.
b
c
D
E
Fig. 13.
B
P

oprare esse corde; abbia la corda con cui si suona una campana 15 braccia, o n' abbia sol uno o due, colui che la suona non ha nè più, nè meno di sforzo da fare; la forza d' un cavallo è la stessa quand' ei tira con un grosso tratto, e quando con un picciolo: ma perchè una corda è più grossa o più lunga, ell' è più pesante; ella si piega o incurva quando non adopera in una direzione verticale, ed è meno flessibile; ora il peso, la curvatura, e la rigidezza o inflessibilità delle corde sono resistenze, o svantaggi, ch' esigono uno sforzo maggiore dalla parte della potenza, e de' quali è necessario fare computo e stima nella pratica.

Nel parlare de' pozzi, dove si attigne l'acqua col mezzo di due secchie che salgono, e discendono alternativamente, abbiamo già osservato, che la corda, ne' tempi ch' ella è più lunga da una parte che dall'altra, aumenta il carico, e che quest' aumentazione divien considerabile; quando la profondità del pozzo o del sotterraneo è grande: si può dire la stessa cosa de' pesi, che si tirano; le corde o le catene, che si adoprano, aumentano col lor proprio peso, quello su cui esercitan la loro azione.

La resistenza che nasce dalla ponderosità delle corde, cresce come la loro solidità o quantità di materia; considerandole come cilindri, si deve dunque, date lunghezze eguali, stimare la differenza del loro peso, per lo quadrato del diametro. Se, per esempio, in luogo d'una corda che pesa 30 lire ed ha un pollice di diametro, se ne mette un'altra della medesima lunghezza, e della medesima natura, che sia due volte tanto grossa, quanto peserà 120 lire, cioè quattro vol-

 te

te altrettanto della prima, perchè il suo diametro è doppio.

Non solamente il peso della corda aumenta la somma delle resistenze nell' uso delle macchine, ma accade molto spesso, che facendola curvare, egli fa prendere alla potenza una direzione men vantaggiosa di quella che avrebbe, se la corda stasse perfettamente diritta. Quando si tira un peso sopra un piano inclinato, veduto abbiamo, che lo sforzo della potenza è massimo, allorchè è diretto parallelamente al piano, come A B Fig. 1. Ma vi sono molte occasioni, nelle quali la corda, divenendo curva come AEB, a cagione della sua lunghezza del suo peso, inclina l'azione della potenza al piano, e di tanto l'indebolisce.

La lunghezza sola della corda, independentemente dal peso, può apportare qualche cambiamento alla direzione della potenza, imperocchè s'ella fa un angolo col terreno, considerata l'elevazione della potenza, lo fa tanto più grande, quant'ella è men lunga: quantunque le due linee A C, A D (Fig. 5.) non sieno nè l'una nè l'altra parallele al piano F C; tuttavolta la prima si dilunga maggiormente dal parallelismo, che l'ultima: sempre che dunque una forza motrice sarà applicata ad una resistenza, per mezzo d' una corda o d' una catena, non occorre aver riguardo alla sua direzione, od alla sua tendenza naturale, ma a quella ch' è indicata dalla catena o dalla corda che trasmette il suo sforzo.

La durezza o inflessibilità delle corde quand' elleno hanno parte nel moto delle machine, è cosa importantissima da conoscersi: ella dipende principal-

cipalmente dal peso o dalla forza, che stende le corde, dalla quantità onde sono curvate, e dalla velocità con la quale si fanno piegare. M. Amontons * è il primo che abbia trattato metodicamente questa parte delle meccaniche, de la quale, avanti di lui, s'aveva un'idea confusa. Egli ne ha mostrata l'importanza, con dar a conoscere, che ne' casi più ordinarj la durezza o rigidezza sola delle corde può aumentare d'un terzo la resistenza, sopra la quale si ha da mettere in opra la forza motrice: e c'insegna colla scorta dell'esperienze: 1. Che la resistenza causata dalla durezza o rigidezza delle corde, cresce in ragione diretta de' pesi o delle forze che le tengono tese: 2. Che questa medesima resistenza cresce parimenti come il diametro delle corde, *cæteris paribus*: 3. Che le corde si piegano più difficilmente, a misura che i cilindri o le rotelle, sopra cui si fanno girare, diventan più piccioli, abbenchè quest' ultima resistenza non cresca tanto, quanto i diametri si diminuiscono.

PRIMA ESPERINZA.

PREPARAZIONE.

Attaccansi al solaro d'una camera, o a qualch' altro sodo appoggio due corde simili, A, B, *Fig.* 2. che pendono parallelamente, in distanza di 5 o 6 pollici l'una dall'altra, e che sostengono una tavoletta CD, sopra la quale pongonsi de' pesi.

Que-

* Mem. de l'Acad. des Scienc. 1699. p. 217.

Queste due corde fanno pel medesimo verso cadauna un giro sopra un cilindro EF, e nel mezzo s'avvolge per verso contrario un nastro, od un filo, alla cui estremità s'attacca un piattello di bilancia; caricato tanto, che cominci a far girare il cilindro da su in giù, come veder si può dalla *Fig. 3.* Si adoprano in queste esperienze molte paia di corde, che sono tutte della medesima materia, e di diametri differenti, e facili a paragonare; il cilindro deve sempre essere del medesimo peso, tuttocchè si varii la sua grossezza; ed affinchè il nastro o filo che pende in *f*, sia sempre alla stessa distanza dal punto *e* (*Fig. 3.*) si diminuisce il cilindro nel suo mezzo; ovver calcolando lo sforzo del peso che pende dal filo, si tien conto della distanza del punto *f* dal punto *e*, s'ella è aumentata.

In questa prima esperienza, il diametro delle corde è di tre linee, quello del cilindro, d'un $\frac{1}{2}$ pollice, e prima si carica la tavoletta CD di 20. lire, poscia di 40.

EFFETTI.

1. Quando le corde sono tese da un peso di 20. lire, bisogna che il peso G sia di 45. oncie, per cominciare a far discendere il cilindro: 2 Quando si tendono le corde con un peso di 40. lire, il cilindro non ubbidisce se non allo sforzo di 90 oncie.

SPIE-

SPIEGAZIONI.

Il cilindro, per il suo proprio peso, o per quello che agisce in *f*, tende a calar giù: se qualche cosa lo ritiene, sol può ciò venire dalla corda, che l'avvolge da una parte e dall'altra; imperocchè tolto quest'ostacolo, ben si concepisce ch'egli caderebbe: ma quest' ostacolo sarebbe nullo, se la corda avesse una flessibilità perfetta, se ella si piegasse senza alcuna difficoltà; imperocchè allora tutte le sue parti s'avvolgerebbono successivamente sul cilindro, e lo lascerebbono liberamente passare dal luogo più alto al più basso; tutta la resistenza che cede primieramente a 45 oncie, viene dunque dalla rigidezza e inflessibilità delle corde, tese dal peso C D; e poichè questa rigidezza non può essere vinta che da 92 oncie, quando il peso che la fa nascere, cresce da 20 a 40, è una prova ch'ella cresce, come abbiam detto, in ragione diretta delle forze che tendon la corda, imperocchè 45, sono a 90, come 20 sono a 40.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

S'adopera in prima un paio di corde, il diametro delle quali è di due linee; son elleno tese da un carico di 20 lire, ed avvolgono un cilindro, che ha un mezzo pollice di diametro.

Ap-

Appresso mettesi in opra un altro paio di corde, una volta più sottili delle precedenti, e si dà loro il medesimo grado di tensione; e si fanno girare sopra lo stesso cilindro.

EFFETTI.

Nel primo caso abbisognano 30 oncie per vincere la durezza o inflessibilità delle corde; nel secondo bastano 15.

SPIEGAZIONI.

Quando la corda si curva, il suo diametro perpendicolare alla superficie del cilindro ch' ella avvolge, dev'essere considerato come una leva che ha il suo punto d'appoggio nel cilindro medesimo; quanto più questo diametro è grande, tanto più la potenza od il peso che tende la corda, è lontano da questo punto d' appoggio, e per conseguenza più resiste al peso del cilindro, od a quello ch' ei sostiene in *g* (*Fig. 3.*) Ovvero si puo considerare il diametro della corda e quello del cilindro, come, tutti e due, una medesima leva, il cui centro di moto è in *e* facilmente si vede, che se il braccio *ef* restando l'istesso, *e h* diventa più lungo, la potenza che opra in L, avrà altrettanto più di forza per vincere quella che pesa in *g*. Considerando a questo modo la rigidezza o durezza provegnente dalla grossezza delle corde, vedesi tosto, per qual cagione quando si duplica il lor diametro, convenga pur raddoppiare il peso, che tende a far calare il cilindro. Vedesi parimenti perchè questa spezie di resistenza non cresca in ragione

gione della solidità delle corde, come potrebbesi credere, ma solamente in ragione de' diametri, siccome l'abbiamo definito nella nostra proposizione.

III ESPERIENZA.

PREPARAZIONE

Tese che si faranno con un peso di 60 lire, le corde che abbiano un diametro di tre linee, s'impieghi da prima un cilindro d'un pollice, e di poi un altro d'un $\frac{1}{2}$ pollice di diametro.

EFFETTI.

La durezza delle corde col primo cilindro cederà a 135. oncie, e col secondo a 114.

SPIEGAZIONI.

Le corde, ed i pesi, che le tengono tese, rimanendo i medesimi, la lor rigidezza o durezza non può variare, se non per lo diametro del cilindro ch'elleno avvolgono. Quando questo cilindro è più picciolo, la corda è costretta a curvarsi maggiormente; ora poichè questa curvatura in generale è un ostacolo alla discesa del cilindro, come abbiam fatto vedere colla I. Esperienza, una maggior curvatura debbe aumentar la resistenza. Potrebbe taluno moversi a credere, che il diametro del cilindro una volta più piccolo, dovrebbe rendere la medesima corda una volta più rigida e inflessibile; ma l'es-

l'esperienza dimostra che tal proporzione non segue in fatto: imperocchè 135. oncie, molto ci vuole, che pareggino due volte 114; siccome il cilindro adoperato nel secondo caso pareggia due volte quello del primo, nella grandezza del suo diametro.

APPLICAZIONI.

Quello che noi abbiamo provato con le Sperienze precedenti, dee servir di regola nell'uso delle carrucole, delle taglie, de' torni, degli arganelli, ec. tutte queste macchine non posson adoperarsi, se non col mezzo delle corde, o per parlare più accuratamente, le corde ne sono una parte essenziale; se si trascurasse di computare l'effetto della loro inflessibilità e rigidezza, si urterebbe infallibilmente in errori considerabili, e l'abbaglio principalmente si troverebbe ne' casi, dov'è importantissimo non ingannarsi, cioè negli effetti grandi: imperocchè allora le corde sono necessariamente grosse e molto tese.

Si deve dunque por cura, 1. che sien preferite le carrucole grandi alle piccole, se il luogo lo permette, non solo perchè avendo meno giri da fare, il loro asse ha meno d'attrito, ma ancora perchè le corde che le cingono, e ch'elleno fan movere, ivi soffrono minor curvamento, e conseguentemente oppongono minor resistenza; questa considerazione è di tanto momento nella pratica, che calcolando la rigidezza della corda secondo la regola di M. Amontons *, vedesi chiaramente, che se si volesse traportare un

* Mem. de l'Acad. des Sc. 1699. p. 227.

un peso di 800 lire, con una corda di 20 linee di diametro, ed una carrucola, la qual non avesse se non tre pollici, bisognerebbe accrescere la potenza ben 212 lire per vincere la rigidezza della corda; dove all'incontro con una carrucola d'un piede di diametro, questa spezie di resistenza cederebbe ad uno sforzo di 22 lire *ceteris paribus*.

Di quì arguire si può, che le carrucole raddoppiate, o molte insieme sotto una medesima forma, non possono mai avere tutto l'effetto, che risultar dovrebbe dal numero e della disposizione delle leve ch'elleno rappresentano; imperocchè in queste sorte di macchine le corde hanno molti rigiri, e tuttochè le potenze le tendano, carichino o premano tanto meno gli assi, quanto le carrucole sono più numerose, nulladimeno, perchè non vi è corda, la cui flessibilità sia perfetta, moltiplicando le curvature, necessariamente s'accresce la resistenza, che nasce dalla rigidezza delle corde.

Quest'inconveniente, comune a tutte le carrucole replicate, è ancor più notabile in quelle, dov'esse carrucole schierate le une al di sopra dell'altre, debbon essere di mano in mano sempre più piccole, per far che la corda si muova senza toccarsi, e senza attrito. Imperocchè noi abbiamo fatte vedere nella terza Esperienza, che la corda più stenta a piegarsi, quando avvolge un cilindro di più piccolo diametro: le carrucole replicate, e tutte della stessa grandezza, sono dunque preferibili ne' casi, ne' quai la ragione, che abbiamo poc'anzi esposta non vien combattuta da altre più forti.

Coloro, che hanno l'avvezzamento e la perizia

zia di lavorare a tornio, o col piede, o coll' archetto, fanno per loro propria esperienza, quanto sia necessario proporzionare la grossezza della corda a quella del pezzo che si vuol tornire; se non si ha quest' attenzione, non si può mai eseguire alcun' opera dilicata e fina, tra due punte, perchè lo sforzo che convien fare per vincere la rigidezza della corda, giugne fino al pezzo girevole; questo pezzo non può reggere a tale sforzo, se non in quanto egli è di materia salda, e niuna cosa meglio fa vedere, quanto una corda soverchia grossa stenti a moversi, quanto il poco tempo ch' ella sta a riscaldarsi, e logorarsi quand' ella avvolge una parte assai minuta e sottile.

Le corde che si adoperano nelle macchine destinate a fare grandi sfozi, devono essere durevoli, perchè elleno non si fanno, nè si ristorano se non con spese grandi: debbon essere parimenti atte ad una grande resistenza, senza di che diverrebbono inutili, o causerebbono molesti accidenti. Ma queste due qualità sono difficili a conciliare con una grande flessibilità, perchè acquistar non si possono fuorchè col mezzo d' una grossezza notabile, e di qualche preparazione, che irrigidisca la corda, i grossi cordaggi che s' adoprano nelle fabbriche, e meglio ancora, quelli che servono nella Navigazione, sarebbono d' un uso molto più vantaggioso e più comodo, se si potesse trovare qualche mezzo di render le gomene, o sarte più leggiere e più flessibili, senza levar loro la forza necessaria, e senza renderle meno durevoli; la scelta delle materie, la maniera di prepararle e di metterle in opera, devono senza dubbio contribuir molto

to a quest'effetto; ma un'attenzione che un po tropppo trascurasi, e che pur si dovria avere, è quella di proporzionare le corde agli sforzi, ch'elleno han da sostenere; di scieglierle forti, perchè non manchino: ma di non far però niente di superfluo per questo conto; perchè questa forza soprabbondante, non va d'ordinario disgiunta da un accrescimento di peso, di rigidezza o inflessibilità, e di dispendio ancora, che giova sempre minorare.

La fabbrica delle corde è stata lasciata quasi del tutto in balìa d'artefici poco intelligenti; che lavorano per mera pratica, ed a' quali basta ripetere servilmente quello che altri prima di loro hanno fatto: questa sorte di lavoro tuttavolta è di tanta importanza, che meriterebbe l'attenzione de'dotti; e non si può non saper grado ad alcuni di essi, i quali vediamo, in tal oggetto occupati, lasciare Speculazioni sublimi, il più delle volte inutili, per studiare cose tendenti più diretamente al ben essere della Societa: M. Duhamel du Monteau, per adempire a parte di que' fini, ch'egli ha dovuto proporsi nella Carica ch'egli sostiene *, attualmente s'adopera, in descrivere l'arte del Cordaggio, quel ch'egli ne ha letto nelle Radunanze dell'Accademia, e le sperienze che gli si son vedute fare da alcuni anni in qua, in molti de' nostri Porti, bastano già per far credere, che quest'opera non sarà solo una storia di quel che si suole praticare, ma una raccolta d'instruzioni utili e nuove, le quali potranno procacciare a quest'arte la perfezione, di cui ha bisogno.

* Egli è Inspettore generale della Marina.

Dopo d'aver parlato della rigidezza o poca flessibilità delle corde, e del modo onde si può stimare la resistenza che ne risulta nelle macchine, ci resta da dir qualche cosa della lor forza, e de' cambiamenti, ond'elleno son suscettibilli, quando diventano umide, od al contrario troppo asciutte.

Le corde, che più sono in uso nella Meccanica, quelle, delle quali principalmente quì trattiamo, sono adunamenti di fibre, che traggonsi da' vegetabili, come dal canape; o dal regno animale, come la seta, o certe minugia che mettonsi in istato di esser filate. Se coteste fibre fossero abbastanza lunghe per se stesse, forse basterebbe metterle insieme, legarle in forma di fastelli sotto un invoglimento comune: questa maniera di comporre le corde, sarebbe forse paruta la più semplice, e la più atta a conservar loro la qualità più necessaria, cioè la flessibilità: ma però che tutte queste materie hanno una lunghezza assai limitata, s'è trovato il mezzo di prolungarle, filandole, cioè attorcigliandole insieme per modo, che le une unendosi in parti coll'altre, sono abbracciate, e ritenute similmente da quelle che seguono; l'attrito che nasce da questa sorte di unione, è sì considerabile, ch'elleno si rompono più tosto, che sdrucciolare l'una sopra l'altra secondo la lor lunghezza; così formansi le prime fila, l'aggregato delle quali fa una cordicella, e di molte di queste cordicelle riunite, e attorte insieme, compongonsi le più grosse corde.

Facilmente si scopre, che la qualità delle materie molto concorre alla forza delle corde: si ca-

capisce altresì, che un maggior numero di cordicelle egualmente grosse, dee fare una corda più difficile da rompere; come una maggior quantità di fila forma una funicella di maggior resistenza: ma qual è poi la maniera più vantaggiosa di unire le fila, o sia le piccole cordicelle? L'attorcigliamento, col quale si suole legare questi fasci di fila, dà egli in verità più di forza alle corde, di quel che n'avrebbono, se le parti componenti fossero solamente unite in forma di fastelli? Ciò non è chiaro abbastanza; se credessimo alla prevenzione, parrebbe doversi decidere in favor dell'attorcigliamento perchè questa maniera fa nascere un'unione più intima tra le parti competenti, e la forza del composto par che dipenda da quest'unione. Vi son'anche delle ragioni speziose, che hanno indotto gli uomini scienziati a pensare come il volgo su questa materia: Si sa in genere che la forza d'un corpo dipende dalla sua solidità, dalla sua grossezza: l'attorcigliamento rende una corda più grossa, che non lo sarebbe, se le fila o funicelle fossero sol adunate allato l'una dell'altra; imperocchè è un fatto certo, che attorcigliando insieme 5 o 6 fili, rendesi quest'adunamento più corto e più grosso; pare adunque che questa grossezza acquistata con dispendio della lunghezza, dovrebbe fare un corpo più difficile da rompersi.

In oltre l'attorcigliamento fa pigliare alle fila una direzione obliqua alla lunghezza della corda, cui compongono; ed essendo che lo sforzo d'una fune si fa su la sua lunghezza, segue che la forza che la tien tesa, adoperi solo obliquamente sopra le fila, e che per conseguenza sono

H 2 più

più atte a resistere; imperocchè un'azione obliqua ha men d'effetto, che uno sforzo diretto.

Ad onta di tali ragioni, la sperienza ha deciso che questa maniera di lavorar le corde, comoda ed utile per altri conti, le indebolisce più tosto, che aumentarne la forza, il che appar vero incontrastabilmente, dopo che si è veduta una Dissertazione curiosa del Sig. Reaumur *, in cui egli tratta questa materia con affatto nuove Osservazioni; e dalla quale io ho tratte le prove, che sono quì per riferire.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Scegliesi una matassa di filo da cucire il più eguale che sia possibile: dividesi in più capi, e si prova di cadauno la forza, con sospendervi de' pesi noti, fin a tanto che detti capi di fili si rompano. Quando si è accertato di quanto possono portare separatamente senza rompersi, se ne attorcigliano insieme 2, 3, o 4 &c. per farne una funicella, alla quale parimenti sospendonsi de' pesi, per saper quanto ella sia capace di sostenere. Vedi la *Fig.* 4.

EF-

* Mem. de l'Acad. des Sc. 1711. pag. 6.

EFFETTI.

Le fila attorcigliate, in qual si voglia numero, non portano mai un peso che eguagli la somma di quelli che portavano separatamente.

SPIEGAZIONI.

Se il filo della nostra esperienza impiegato solo e semplice, ha una forza equivalente a 6 lire. due di queste fila C, D, porteranno senza dubbio la somma di 12 lire; ma bisogna per tale effetto che lo sforzo sia partito egualmente all' uno ed all' altro; che cadauno dei due non abbia da portare se non la meta della somma totale, cioè 6 lire.

Per far meglio accorgere della necessità di tal condizione, immaginiamoci che i due pesi di 6 lire E, F * sieno uniti insieme, ed in tal maniera che di questa somma di 12 lire, i due terzi carichino il filo C, e l'altro terzo il filo D: il primo de' fili si romperà subito, perchè secondo la nostra supposizione, egli non può portare se non 6 lire, e non 8. Ma subito ch' egli sarà rotto da questo eccessivo sforzo, l'altro pure si romperà, perchè troverassi caricato solo di tutto il peso, di cui non poteva portare se non la metà. Così; abbenchè ciascuno di questi fili possa resistere ad uno sforzo di 6 lire l'un e l'altro insieme non possono sostenere 12 lire, se non sono egualmente caricati. Ma allorchè le due fila sono attorcigliate assieme, in-

* Fig. 4.

fallibilmente avviene, che l'uno de' due sia più caricato dell'altro, e che lo sforzo del peso sia inegualmente ripartito fra essi, di quì nasce, che non possono mai sostenere insieme le 12 lire, che avrebbono separatamente portate.

Una ragione di quest effetto si è, che attorcigliando così le fila, elleno si tendono; e questa tensione fa le veci di una parte di quello sforzo, cui possono sostenere. Non sono più dunque in istato di resistere tanto, quanto avrebbon potuto fare avanti d' essere attorcigliate.

APPLICAZIONI.

Le gomene, ed altre grosse funi, che si adoperano, o su i Vascelli, o nelle Fabbriche, essendo sempre composte di cordicelle, e queste di una certa quantità di fila unite insieme, come quelle della nostra Esperienza; è evidente che non se ne dee aspettare tutta la resistenza, di cui sarebbon capaci, se non perdessero niente della lor forza con l'attorcimento; e questa considerazione è tanto importante, quanto che da questa resistenza dipende bene spesso la vita d'un gran numero d'uomini.

Ma se l'attorcigliamento delle fila in genere rende le corde più deboli, come l'abbiam fatto vedere; tanto più s'indeboliscono, quanto più s'attorcono; ed è un'avvertenza di momento, particolarmente nelle fabbriche di cordaggi destinate per la marina, di non torcere se non quanto è necessario per legare le parti, con un sfregamento sufficiente. Sarebbe desiderabile, che s'avesse sopra di ciò una regola da prescrivere agli operai, e che si potesse fidarsi della

della loro docilità, e delle loro attenzioni ad osservarla.

Quando si ha qualche grande sforzo da fare con molte corde nel medesimo tempo, quello che bene spesso difficolta o impedisce la riuscita, è che non si fanno tirare egualmente: ed allora elleno si rompono l'une dopo l'altre, per le ragioni toccate di sopra, e mettono in risico quelli che le hanno poste in opra. La tiratura eguale delle funi, le quali concorrono ad un medesimo sforzo, non è sempre così facile, quant'è necessaria, da ottenersi; quest'è uno di que' casi molt'ordinarj in Meccanica, che l'esito dipenda quasi del pari dalla destrezza e dall'intelligenza di colui che opera, che dalle forze, le quali egli fa operare.

In quanto ai cambiamenti che posson accadere nalle corde, per la umidità, o per la secchezza, e' dipendono principalmente dalla materia e dalla foggia onde son fatte: io mi fermerò qui ne' più notabili ed in quelli che nell' uso delle macchine sono di qualche importanza.

Tutte le corde che sono composte di più fibre, fila, o cordicelle, attorcigliate insieme, si gonfiano, e diventano più grosse, quando l'acqua le penetra, ed al contrario, secondo che si seccano, scemano un poco di grossezza; ma diventando più grosse, perdono una parte della lor lunghezza, e si distorcono o sciolgono un poco: Questi sono due fatti già noti da lungo tempo, e che io ho verificati spesse volte colla seguente esperienza.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Io attacco al soffitto, o a qualche altro luogo saldo, delle funi di canape, o di minugia &c. all' estremità delle quali sospendo de' pesi H, K Fig. 5. gagliardi soltanto che basti per tenerle tese e che finiscono in punta al di sopra, e molto dappresso alla tavoletta I L; all' estremità di cadauna delle funi, immediatamente al di sopra del peso, pongo un piccolo indice di cartone, *g*, od *b*, che fa un angolo retto con la corda, che ammollo poscia da un capo all'altro, col mezzo d' una spugna, o d' altra guisa.

EFFETTI.

S' osserva primieramente, che le corde s' accorciano, perchè i pesi che le tengon tese, si sollevano un poco sopra della tavoletta: secondariamente, ch' elleno si distorcono, o svilupano, per il moto dell' indice, che a poco a poco gira da dritta a sinistra.

SPIEGAZIONI.

L' acqua s' introduce in una corda come ella entra in tutti corpi porosi; ne separa e scosta alcun poco le parti, e per questa ragione la corda ammollata diventa più grossa. Ma le parti d' una corda sono fibre, che s' incrociano un gran numero di volte per l' attorcigliamento

to, e che non possono scostarsi l' una dall' altra, senza formare un ventre, e senza che l' estremità si ravvicinino; di qua nasce l' accorciamento di tutta la fune. Le particelle d' acqua, che aprono i piccoli interstizj, che sono tra le fibre, dilatano pure quelli che trovansi tra le cordicelle componenti, e questa dilatazione fa che la corda diventi un poco meno torta.

Ciò che vi ha di più notabile, si è, che questi effetti seguono, non ostante i pesi che tengono le corde tese, e questi pesi ponno essere d' assai momento; ed è quest' uno degli esempj da citarsi per far vedere, che piccolissime forze moltiplicate, sono capaci di produrre grandi sforzi. Una sperienza, ch' è molto per se stessa curiosa, e che son per riferire, insegnerà, come un fluido che s' introduce in una corda, può renderla più corta, ingrossandola, tuttocchè una potenza considerabile s' opponga ad un tale effetto.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

A, B, C, *Fig 6.* sono vesciche, le quali comunicano insieme per piccole sommità ed aperture di tubi o cannoncini, che servono a unirle: D, è un peso di 30. lire, che riposa sul piede della macchina, quando le vesciche sono vuote.

EFFETTI.

Quando si soffia dell'aria nelle vesciche per lo tubo che si vede in E, elleno si gonfiano, ed il peso s'alza di molti pollici.

SPIEGAZIONI.

L'aria che s'introduce nelle vesciche, le dilata; ma le pareti AA, BB, CC, non possono scostarsi l'una dall'altra, se insieme non si ravvicinano l'estremitadi di cadauna vescica, e tutta la massa per conseguenza non diviene più corta, e non obbliga il peso ad alzarsi.

Per concepire come elevar si possa con un semplice soffio un peso così notabile, conviene por mente che tutto il suo sforzo si divide con eguaglianza a tutta la superficie delle vesciche; l'orifizio del canale Ee, non occupa, fuorchè una piccolissima parte di questa superfizie; se ne occupa, per esempio, sol una $\frac{1}{1000}$, la resistenza che s'oppone alla sua imboccatura, e che bisogna vincere per introdur l'acqua soffiando, non è dunque se non la $\frac{1}{1000}$ parte di 30 lire.

I lati *bAb*, *cAc* (Fig.6.) d'una di queste vesciche, rappresentano molto bene le fibre, che compongono le corde; siccome l'aria dilata le une, così l'umidità gonfia le altre, e fa lor fare de' grandi sforzi.

AP-

APPLICAZIONI.

Quel che succede alle corde, che si bagnano, avvien parimenti alle fila torte, che considerar si debbono come picciole corde, o s'impieghino semplici o se ne formino de' tessuti. Il perchè, le tele nuove si raccorciano al primo bagnarle che si fa; e generalmente vedesi che tutti i panni e drappi ritiransi quando si ammollano; quei che sono fabbricati di due sorti di fila postei in differenti versi, ritiransi inegualmente, e fan pigliare cattiva forma a' lavori a quai fansi servire. Le calzette, ed i guanti lavorati a gucchia non si calzano, nè si levano che con fatica quando son umidi; questa difficoltà proviene dal ristringimento, causato dalle particelle d' acqua, che hanno gonfiate le fila; se ciò non fosse, l' interposizione d' un fluido non servirebbe che a farli sdrucciolare più facilmente su la pelle.

Il mezzo di raccorciare le corde ammollandole, potrebbe essere d' un grand' ajuto in certi casi: dicesi (ed è una tradizione ricevuta quasi universalmente, che nell' ergere un obelisco in Roma, sotto il Pontificato di Sisto V, trovandosi l' imprenditore in qualche impaccio e dubbietà perchè le corde erano un poco troppo lunghe, vi fu chi esclamò: *Bagna le corde*; e che quest' espediente tentatosi, riuscì a perfezione. Per verificar questo fatto, io ho avuta la curiosità di scorrere alcune opere, nelle quali con minuto divisamento trovai tutto quello che Domenico Fontana fece per ordine del Papa, dal 1586. sino al fine dell' anno 1588. per rialzare quat-

quattro obelischi antichi, ch'erano sepolti sotto rovine; cioè, quello del Vaticano, che fu collocato rimpetto alla Chiesa di S. Pietro; un altro che aveva servito di mausoleo d'Augusto, e che si piantò davanti alla Chiesa di S. Rocco; e altri due finalmente ch'erano del gran Circo, e l'uno de' quali è oggidì in faccia a Santa Maria del Popolo. In tutte le mie ricerche, non ho trovata una parola, che faccia cenno delle corde bagnate: ora io non credo che quest'anecdoto sarebbe stato ommesso in coteste descrizioni, tanto piene di tutte le circostanze; volontieri dunque m' indurrei a pensare, che il fatto sia apocrifo; ma la sua possibilità non è da alcuno contrastata, e si può dedurla manifestamente dalle Sperienze, che abbiam di sopra riferite.

E' a proposito osservar qui, che le corde ammollate non possono vincere grandi resistenze accorciandosi, se non in quanto son fatte di materie poco suscettibili di allungamento per se stesse, quali sono le fibre de' vegetabili, o la seta: se bagneranno corde fatte di minugia, tuttochè elleno tendano ad accorciarsi, per le ragioni che abbiam dette, nulladimeno si allungherebbono infallibilmente, tirandole con una certa forza, perchè le fibre che le compongono, sono estensibili in ogni sorte di verso, e lo son tanto più allora, quando l'umidità penetrandole, accresce la loro pieghevolezza.

Comechè l'umidità e la secchezza han degli effetti sensibili sopra le corde, si è procurato di approfittarsene, per conoscere lo stato dell'atmosfera per questo conto; quegli istrumenti che si chiamano *Higrometri*, ed a' quali diamo tan-

te

te differenti forme, consistono principalmente in una corda di canape o di minugia, che indica allungandosi, ed accorciandosi, ovver torcendosi, e storcendosi, se regna nell' aria più o meno d'umidità. Il più semplice di tutti si fa con una corda di 10, o di 12. piedi, che si tende debolmente in una situazione orizontale, e in un luogo a coperto della pioggia, benchè esposto all'aria libera; s'attacca nel mezzo, un fil d'ottone, dalla cui estremità si fa pendere un piccolo peso che serve d'indice, e che nota sopra una scala divisa in pollici ed in linee, i gradi d'umidità ascendendo, e quelli della secchezza discendendo. Vedi la *Figura* 7.

Spesso pure si fanno degl'*Hygrometri* con un capo di corda di minugia, che ficcasi da una parte a qualche cosa di solido, e che dall'altra s'attacca perpendicolarmente ad una piccola traversa, che gira secondochè la corda si storce, e che indica, come un ago o stilo su la circonferenza d' un oriuolo, i gradi dell' umido e del secco, *Figura* 8. ovver si collocano su l'estremitadi della picciola sbarra due figure umane di cartone o di smalto, l' una delle quali rientra, e l'altra esce da una casetta che ha due portici, quando il secco o l'umido fa girare la corda; e fassi portare un piccolo parapioggia a quella delle due figure, ch' è costretta dal moto della corda ad uscire, quando l'umidità cresce. Vedi la *Fig.* 9.

Gl'*Hygrometri* che si fanno a questa maniera, o in guisa equivalente, nascondendo la corda per render l'effetto un poco misterioso, non sono buoni che a dar trastullo a'fanciulli; nè si debbe aspettare, che insegnino qual sia in verità

tà lo ſtato attuale dell' atmoſfera, per quel che riguarda l'umido e il ſecco; chè ſi tengono in appartamenti chiuſi, e la corda, che n'è l'anima, e contenuta quaſi in un aſtuccio, ove l'aria poco o niente rinuovaſi.

In ſomma il migliore di tali ſtrumenti, quaſi altro non inſegna, ſe non, che la corda è molle, o ch' è ſecca: imperochè, 1. l' umidità, che l' ha una volta penetrata, non n' eſce fuorchè a poco a poco, e ſecondo l' eſpoſizione del luogo, la calma od il vento che regna; e bene ſpeſſo ſuccede, che l' atmoſfera ha già perduto una gran parte della ſua umidità, innanzi che la corda ne poſſa dare alcun ſegno. 2. Tutto quello che ſi può ſperare da un *hygrometro* a corda, ſi è, ch' egli additi ſe vi ha più o meno d' umidità nell' aria, in paragone del giorno precedente; e ſi ſa ciò con tanti altri ſegni, ch' è molt' inutile il fare una macchina, che niente più di queſto c' inſegna. Quello che più importerebbe ſapere, è, di quanto creſca o ſcemi l' umidità od il ſecco da un tempo all' altro, e poter rendere queſte ſorte di ſtrumenti, paragonabili; tolto queſt' avantaggio, cui probabilmente mai non avranno gl' *hygrometri* a corde, e' non meritano che ſien contati fra 'l numero degl' iſtrumenti meteorologici.

X. SE-

X. SEZIONE.

Sopra la natura e le proprietà dell' Aria.

POche materie ci sono, la cognizione delle quali ci interessi tanto quanto quella dell' Aria: questo fluido, nel quale noi siamo immersi dal momento del nostro nascere, e senza del quale non possiam vivere, merita senza dubbio l' attenzione di tutti gli esseri ragionevoli che lo respirano: la sua azione continua su i nostri corpi ha molto di parte ne' differenti stati, ch' eglino provano; noi abbiam sempre alcun che da sperare o da temere da' cambiamenti dell' aria. Col mezzo delle sue proprietà e delle sue influenze, la natura dà l' aumento e la perfezione a tutto quello ch' ella fa nascere per li nostri bisogni e per li nostri usi: col mezzo dell' aria, ella trasporta e distribuisce le sorgenti della fecondità nelle varie parti della terra. L' aria agitata, è, per così dire l' anima della Navigazione: col mezzo del vento, le navi che posson o considerarsi come tante città fluttuanti passano da un lido e da un termine all' altro dell' Oceano, e veggonsi tuttodì in commercio Nazioni, le quali parevano dover niente mai saper l' una dell' altra in perpetuo, attesa la sterminata distanza de' luoghi. Il suono, la voce, la stessa parola, non son'

son altro che un'aria percossa, un soffio modificato, che diventa il veicolo de' nostri pensieri, e che ha il potere d'eccitare e di calmare le passioni. (*a*) Tanti maravigliosi effetti non possono risapersi con indifferenza: la mente ch' è capace di ammirarli, non può essere senza un gran senso per quel piacere che s'ha di conoscerne le cagioni.

In qualunque luogo che noi ci trasportiamo su la terra, o si cangi clima, o si ascenda da luoghi più bassi alla cima delle più alte montagne, ci troviamo sempre nell'aria; niun luogo, niun tempo si conosce, in cui questo fluido sia mancato: questa considerazione ci dà ragion di credere, che il globo che abitiamo, sia circondato d'aria da tutte le parti; e questa spezie d'involtura, che chiamasi comunemente l' *Atmosfera*, ha delle funzioni così manifeste, ha tanta parte nel meccanismo della natura, che non si può dubitare, aver ella incominciato colla terra medesima, e dover ella durare quanto la terra.

Come atmosfera terrestre, ha l'aria delle proprietà, che più non le appartengono, quando non si considera di essa, se non una piccola porzione, e quando si prescinde da tutto quello che potrebbe framischiarsi in essa d'estraneo; non essendo queste proprietà dell'aria come atmosfera, se non, dirò così, accidentali, e non procedendo direttamente dalla natura dell' aria, ma più tosto dalla sua quantità, dalla figura della

(a) *Ipse aer nobiscum videt, nobiscum audit, nobiscum sonat: nihil enim eorum sine eo fieri potest.* Cic. de Nat. Deor. l. 2. cap. 33.

della sua massa, dal suo mescuglio con altri corpi, ec. io credo che opportuna cosa sia, principiare dall'esame e dilucidamento di quelle, che questo fluido ha sempre, come aria, e independentemente dalle condizioni, delle quali abbiamo poc'anzi favellatto.

PRIMA SEZIONE.

Dell'Aria considerata in se stessa, independentemente dalla grandezza e dalla figura della sua massa.

E'Quasi che inutile il dire, che l'Aria è una sostanza materiale: se ne togliamo i fanciulli, che non hanno fatto ancora uso della loro ragione, od alcuni uomini rozzi, e senza educazione e coltura, che non hanno mai riflettuto sopra le più ordinarie cose; niuno vi è al presente, che non riconosca in questo fluido i principali attributi, che caratterizzano i corpi, l'estensione, la divisibilità la resistenza, ec. tutti oramai sanno, ch'egli può ricevere e trasmettere il moto; e se si dice, che un vase è vuoto, quando n'è stata versata l'acqua, quest'è una espressione autorizzata dall'uso, ma di cui generalmente è nota la falsità, o la poca accuratezza.

Gli Autori antichi, al par de' moderni, hanno confessato, che l'aria è una materia. Quelli che l'hanno qualificata per *spirito*, hanno senza

dubbio impiegato questo termine nel senso figurato, per esprimere la sottigliezza di questo fluido, o per fare intendere, quanto è necessario per la vita degli animali, e per l'accrescimento delle piante; o, se abbiam da prendere quest' espressione letteralmente, non è giusto tradurre la parola latina *Spiritus* per quella di *Spirito*; ella significa egualmente un soffio, un'aria agitata; e si debbe credere, che niun Fisico l'abbia altrimenti intesa. Dell resto l'autorità non ha forza, quand'ella si trova in contradizione coll'esperienza; l'uso del ventaglio fa sentire la resistenza dell'aria a coloro per fino, che punto non bramano di convincersi; e quando noi abbiamo provata l'impenetrabilità de'corpi in genere, le sperienze che abbiamo addotte, han fatto spezialmente conoscere l'impenetrabilità dell'aria.

Alcuni Fisici (*a*) hanno pensato che l'aria potesse peravventura non esser'altro, che un miscuglio delle particelle più sottili, esalanti da tutti gli altri corpi, e che sendo troppo divise, ripigliar non possono la loro prima forma, e restano perciò sotto quella d'un fluido particolare, ch'elleno compongono: ma oltre che questa opinione non s'appoggia a prova alcuna, l'aria ha delle proprietà costanti, de'caratteri inalterabili, per li quali si fa sempre conoscere, e che varierebbono, secondo le circostanze del tempo e del luogo, se fosse vero che di-

(a) *Otho de Guerike Exper. nov. Magd. lib.* 2. *c.* 5. & *l.* 4. *c.* 1. *Boyle*, *Esper. Phys. Mech. Edit. Genev.* 1677. *p.* 69. *s' Gravesande Phys. El. Math. p.* 3. *Ed.* 1742.

dipendessero dal disfacimento di molte materie, e dall'aggregato di tanti estratti. E' dunque cosa più naturale e verisimile il credere, che l'aria è una specie di sostanza particolare, d'una stabile e fissa natura, che le sue parti integranti sono omogenee, o che i suoi principj sono in ogni tempo uniti, per non cedere ad alcuno sforzo, che per decomporla noi vorremmo o potremmo adoprare.

La Fluidità dell'aria è tale, ch'ella non si vede cessare giammai, finchè le sue parti si toccano, e che la loro contiguità non è interrotta da una troppo grande quantità di materia estranea. Noi vediam comunemente de' liquori agghiacciarsi dal freddo; certi fluidi compressi cessano di scorrere, e si fissano sotto la figura, che lor si fa prendere. ma in qualunque clima, ed in qualunque stagione che si voglia, non si vede mai alcuna parte dell'atmosfera diventar solida: e la compressione la più forte che sia stata mai impiegata, non ha potuto indurare nè fissare l'aria. E' dunque forse dell'essenza sua la fluidità? E' impossibile assolutamente, ch'ella la perda? Il fatto, come stia, non si vede: ma sarebbe una temerità asserire il contrario, senza addurne delle prove.

Questa fluidità sì costante dell'aria, proviene forse dalla sola sottigliezza delle sue parti, come ha creduto un dotto Chimico (*a*)? Nol presumeremo già, se porrem mente che l'acqua, ed alcuni altri liquori, che cessanno d'esser fluidi per un gran freddo, passano a traverso di certi

(a) *Boerhaave, Chemia, tom.* 1 *p.* 230.

corpi, quali non può mai l'aria penetrare (*a*); imperocchè se la tenuità delle parti fosse capace di mantenere costantemente la fluidita, o l' acqua non dovrebbe agghiacciarsi più che l'aria, o l'aria, che non si agghiaccia mai, doverebbe avere parti più tenui e più fine, più penetranti in somma, che non son quelle dell'acqua. Ora è un fatto avverato e dimostrato dal Sig. Reaumur *, che l'aria non passa a traverso della carta bagnata, e di alcune altro materie, che sono attissime a filtrare l'acqua; dal che risulta che le parti dell'aria sono più grossiere o meno sottili che quelle dell'acqua, se pur la figura nelle une non compensa la tenuità delle altre.

E' molto verisimile che l'aria resti costantemente fluida, perchè è perfettamente elastica: se fosse sol compressibile, le sue parti ravvicinate potrebbono forse toccarsi tanto da presso, che formassero un corpo duro: e ninna cosa le obbligherebbe a lasciar tale stato: siccome la neve premuta tra le mani prende la figura e la consistenza d'una palla solida: ma l'elasticità ch'elleno hanno, tende sempre a rarefare la massa che compongono, perchè la più valida compressione non può se non tenderle, e non già sforzarle; così, queste parti conservano quella mobilità respettiva, in che consiste la fluidità.

Si può concepir le parti integranti dell'aria come piccoli filamenti, contornati in forma di spire

(a) *Boyle Nov. Exp. Phys. Mat. Mech. p.* 108.
* Mem. de l'Acad. des Scienc. 1714.

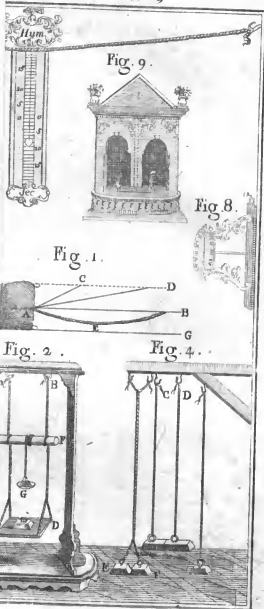
spire flessibili ed elastiche, e il loro adunamento, appresso a poco come un fastello o gruppo di lana cardata, che si può ridurre in più picciolo volume, quando si strigne e preme, ma che tende sempre a rimettersi nel suo primiero stato. Quest'idea è un mero grossolano abbozzo della natura dell'aria; e confesso, che forse s'hanno 100 contr' 1 da poter scomettere, che le parti di quest'elemento non han la figura da me attribuitagli; perchè per supporle tali, io non ho altra ragione fuorchè la loro flessibilità e la loro molla; e posson elleno esser elastiche con cento figure differenti da un filetto spirale: perciò quando io ammetto quest'ipotesi con la maggior parte de' Fisici, non pretendo di dire, ciò ch'elleno sono, ma solamente ciò che posson essere; e lo fo, meno per attenermi a un partito in quello spetta la loro figura, che per potere far meglio conoscere l'ammirabile elasticità del fluido, ch'elleno compongono, ed alcune altre proprietadi, delle quali appresso parleremo.

Si dice comunemente che l'aria è secca; ma perchè se gli attribuisce questa qualità? forse perchè ella sen porta via dalla superficie de' corpi l'umidità che in essi ritrovasi? In vero, spesse volte succede, che l'aria faccia l'ufizio d'una spugna, ma parimenti ella rende in più casi, umidi que' corpi ch'ella tocca, perchè le parti acquose, ond'ella è sempre più o meno caricata s'attaccano a certe materie più facilmente e più saldamente che all'aria stessa: s'espone del panolino per farlo asciugare; ma ad esporre all'aria del sal di tartaro, o qualch'

altro sale, segue un effetto contrarissimo, perciò le corde o le tele, che si sono ammollate nell'acqua marina, si asciugano difficilmente all'aria, perchè l'acqua resta pertinacemente attaccatta alle particelle saline, che stan sù la superficie.

Dirassi egli, che l'aria è secca, perchè non ammolla come i liquori? Ma allor bisogna convenire del senso che dar sogliamo al termine di *ammollare*, o di *bagnare*; s'egli significa star attaccato alla superficie de' corpi solidi, dovrassi concedere che l'aria ammolla o bagna, almeno un gran numero di materie: imperocchè è un fatto certo, che se si versi in un vaso qualche liquore, che obblighi l'aria ad uscirne, riman tuttavia uno strato di questo fluido, attaccato o aderente alle pareti, non lo scorgiamo per lo più, perchè egli è tenuissimo e trasparente; ma diventa sensibile quando dilatasi, o con riscaldare fortemente il vaso, o con metterlo nel vuoto: e per questa ragione un barometro che non è stato riempiuto al fuoco, cioè il cui mercurio non ha bollito nel tubo, appar colorito ed appannato; e vi si scorge un'infinità di bollicelle d'aria, rimase attaccate al vetro. Se *bagnare* significa poi quell'impressione che si fa su la pelle, quando tocchiamo un liquore, impressione sempre differente da quella d'un corpo solido, perchè le parti mobili fra esse, e sciolte, si gettano, od annicchiano ne' pori e procurano un contatto più puntuale, e più intero; in questo senso l'aria bagna pure ed ammolla i corpi; e se noi men ce n'accorgiamo la ragione si è, perchè l'impressione, ch'ella

suol

Hum.
Sec
Fig. 9.
Fig. 8.
Fig. 1.
C
D
A
B
E
G
Fig. 2.
A
B
F
G
D
Fig. 4.
C
D
E
F

suol fare sopra di noi, ci è più familiare; la sua maniera di bagnare è differente, senza dubbio da quella de' liquori, come questi pure bagnano d'altra guisa gli uni che gli altri; lo spirito di vino bagna altramente che l'acqua, e l'acqua non bagna come l'olio; vale a dire che la loro applicazione su la cute eccita sensazioni diverse.

Dacchè si sa, mercè d'infinito numero di familiari osservazioni, che l'aria è materiale, che le sue parti riunite formano una massa resistente, mobile, e capace di muovere altri corpi, è quasi superfluo l'esaminare, s'ella sia pesante: imperochè, quantunque la gravità non sia un attributo essenziale alla materia, e si possa concepirla senza questa tendenza al centro della terra; tuttavolta non abbiamo alcun esempio da addurre, che obblighi ad eccettuare l'aria da questa legge comune; e dobbiam presumere, che sia soggetta al pari de gli altri corpi sublunari, quando non abbiam prove del contrario.

Ma tant'è lungi, che si abbia ragione alcuna, onde attribuire all'aria una leggerezza assoluta, che fatti innumerabili anzi ne sforzano a confessare il di lei peso: ne abbiamo riferiti parecchi trattando dell'Idrostatica; eccone quì degli altri, che lo provano direttamente.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Figura* 1. rappresenta una di quelle trombe, che si nominano comunemente, *Macchine Pneumatiche*: quantunque tal nome, a prenderlo secondo la sua etimologia, convenga egualmente a tutte le macchine che servono alle sperienze, che si fanno su l'aria; tuttavolta per un uso che ha prevalso, egli addita spezialmente quella, con la quale si fa il *vuoto*, cioè, con la quale si tromba, o si estrae l'aria d'un vase; probabilmente perchè ella è più celebre dell'altre; e col suo mezzo s'è fatto un gran numero di curiose e di utili scoperte in questo genere. Il suo primo Autore, fu Otto de Guerike, Console, o Borgomastro di Magdeburgo, che incominciò a farla conoscere in Ratisbona l'anno 1654. Alcuni anni dopo, Boyle ne fece costruire una appresso a poco simile, che molto fu da lui perfezionata in appresso. Il grand' uso che fece di questa Macchina il Filosofo Inglese, e la riuscita delle sue Esperienze, fecero perdere di vista l'inventore Alemanno; di maniera che al presente il principale effetto di questa Tromba si chiama d'ordinario *il Vacuo Boyleano*. Il Sig. Hombergio, mosso da' progressi che avea fatti la Fisica in Germania, e in Inghilterra col mezzo di quest' ingegnosa macchina, e ben sapendo di quale utilità ella poteva essere nelle mani de' Dotti, cercò de' mezzi di renderla più esatta, che stata non era

fin

fin allora; e colla cura ed attenzion sua, l'Accademia Reale delle Scienze, di cui era membro, ne fece far una, circa 45 anni fa, la qual vedesi tuttavia nell' Osservatorio, tra gl' Istrumenti che gli appartengono. Finalmente, dopo, ch'io ho abbracciata una professione, che mi rende l'uso di questa Tromba del pari frequente che necessario, mi sono applicato a ridurla a quel segno, che potesse servire e giovare con maggiore sicurezza, comodo ed estensione, che servito non avea per l'addietro; si potrà giudicare, se ho a questi tre oggetti soddisfatto leggendo nelle Mem. dell' Accad. per gli anni 1740, e 1741. i cambiamenti, e le aumentazioni, che a cotesta macchina ho fatte: ivi se ne troverà la storia e la descrizione, con tutte quelle particolarità, che quì non avrebbono luogo.

Dirò solamente, per facilitare l'intelligenza de' fatti che ho da riferire nel decorso di questa Lezione, che la macchina pneumatica, di cui mi servo, è composta di sei parti, cioè 1. d'un corpo di tromba di rame A: 2. d'uno stantuffo, che ha il manico terminato in forma di staffa B, per esser abbassato col piede; e guernito d'un ramo, o diremo quasi d'un' elsa, che vien su, e finisce in una impugnatura C, per potersi colla mano rialzare: 3. d'un tubo di comunicazione, di cui si vede la chiave in D: 4. d'una piastretta coperta d'una pelle ammollata, su cui si posa il recipiente, o la campana di vetro E: 5. d'un piede FG, con due tavolette H, H, che possono alzarsi, e abbassarsi a beneplacito: 6. d'un tornello o rocchello IKL, col quale si può trasmettere un rapidissimo moto

to in un recipiente, dopo l'estratta l'aria.

Non potendosi fare il vacuo, con una sola pinta di stantuffo, bisogna che si possa rimontarlo, senza far rientrare nel recipiente l'aria che già se n'è cavata, e ch'è passata nel corpo della tromba: per tal uopo la chiave del canaletto di comunicazione è forata in maniera, che facendole fare un quarto di giro, s'apre appunto una comunicazione, per cui lo stantuffo rimettendosi, o sollevandosi, spigne l'aria dal di dentro al di fuori della tromba, e si chiude nel medesimo tempo ogni accesso dal lato del recipiente: poscia rimettendo la chiave nella sua prima situazione, si seguita a dare nuove pinte collo stantuffo:

Le altre funzioni di questa macchina dipendono dalle medesime proprietà dell'aria, che io debbo far conoscere; perciò differisco a parlarne, fin che io abbia data un'idea sufficiente di questo fluido.

La *Fig.* 2. è un pallone di vetro, che contiene circa 10. bocali: il collo è guernito d'una stafetta di rame, e d'un canaletto di comunicazione, aggiustato ad una vite, ch'eccede d'alcune linee la piastretta della macchina pneumatica nel centro, di maniera che si può vuotarlo d'aria, e ritenerlo in questo stato.

La *Fig.* 3. è una bilancia mobilissima su la quale si mette in equilibrio il pallone vuoto; e per conservare alla spranghetta d'essa bilancia una maggiore mobilità, scemandole gli attriti del suo asse, si pesa il pallone dell'acqua, il che è agevole di fare, attaccandovi de' pesi, che l'obblighino ad immergersi intieramente: allora la bilancia è solamente caricata della gravità re-

respettiva del pallone immerso, che può essere diminuita quanto si vuole, e del peso che mettesi dall' altra parte per mantenere l' equilibrio, come l' abbiam fatto vedere nella ottava Lezione, con le Sperienze che provano la seconda Proposizione.

EFFETTI.

Quando si apre il canaletto del pallone sospeso, per lasciarvi entrare l'aria, e che poi si chiude per lasciarlo immergersi, senza che l'acqua vi possa entrare, trovasi sempre più pesante, che non è il peso dell' altra parte, col quale egli era da prima in equilibrio.

SPIEGAZIONI.

Questa Esperienza è la più semplice, e la più decisiva di tutte quelle che si usano per provare che l'aria ha un peso assoluto; imperocchè si sa che nell' uso della bilancia ordinaria un peso non può essere traportato, fuorchè da un peso maggiore; poichè dunque il pallone diventa più pesante, dopo che s' empie d' aria, è un segno certo, che quest' aumentazione procede dal fluido, ch' egli ha ricevuto.

Si dirà forse, che il pallone, riempiendosi, non riceve questo nuovo peso dell' aria stessa che vi rientra, ma più tosto d' corpi stranieri, e da' vapori acquosi, ond' è sempre l' aria caricata, e che vi s' introducono con essa.

Quantunque questa obbiezione, alla sola prima occhiata si scopra per una fievolissima difficoltà e non abbia imbarazzato niun di quelli,

li, che hanno fatta o conosciuta questa esperienza prima di me; nulladimeno non posso dissimulare, essermi ella paruta forte, massimamente quando ho veduto da prove fatte in diversi tempi, che un volume d'aria di 2 o di 3 bocali, preso casualmente nell'atmosfera, contenea sempre tant' acqua da poter rendere sensibilmente umida e più pesante un oncia di sale di tartaro; imperocchè se si aggiunga al peso di quest' acqua quello delle altre materie, che sono infallibilmente sparse con essa nel medesimo volume d' aria, e dal sale di tartaro non assorbite, uno è quasi mosso a credere, che di tutto il peso del fluido misto, non v'è nulla che appartenga alle parti proprie dell' aria.

Questa considerazione ha fatto dire al Boeraave *, che l'aria, egualmente che il fuoco, forse non pesa verso alcun punto determinato dell' Universo, a questa congettura io non mi sono fermato: e tant' è lungi ch' io ceda alla difficoltà; mi sono anzi messo in istato di oppugnarla coll' operazione che anderò quì descrivendo.

Io attacco il pallone pien d'aria alla bilancia, e lo tengo in equilibrio nell' acqua con un peso già noto: quindi, senza cambiargli situazione, applico al canale di comunicazione un sifone, che corrisponde alla macchina pneumatica, per causarvi il vacuo, a misura che da me si rarefà l'aria, vedo cadere al fondo del pallone i vapori, ond'ella è caricata, e che non sono di lor natura atti nati a rarefarsi, com' essa, e girle dietro; in questo modo, fo rimanere nel pallone (almeno per la maggior parte) questi corpi stra-

* Chemia tom. 1. p. 267.

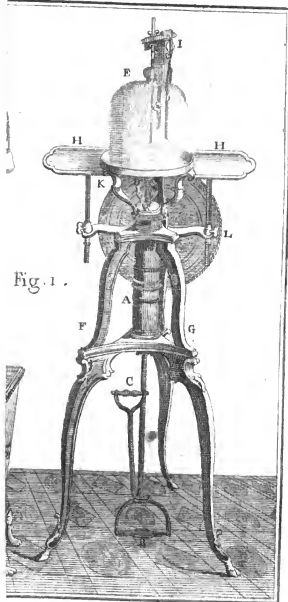
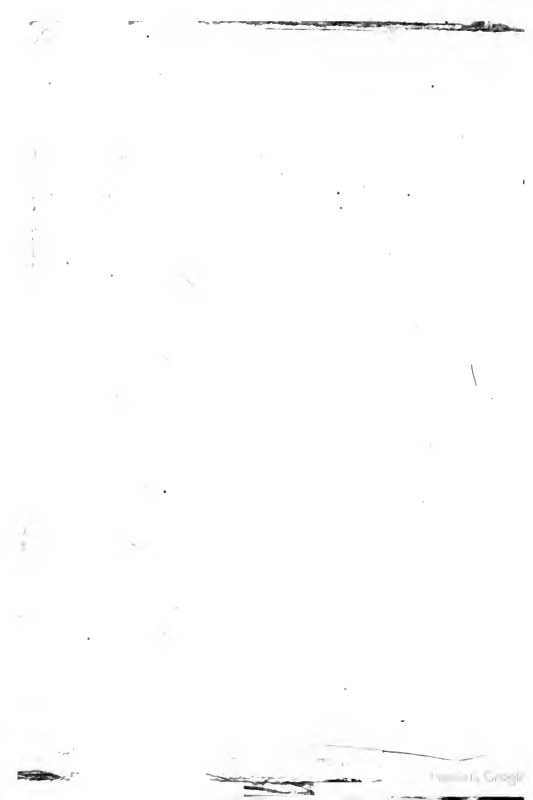



Fig. 1.

ſtranieri, ai quali ſoſpettar potrebbeſi ch' ella debba il ſuo peſo, e ſono come certo, che quel ch' eſce dal vaſo è aria pura; frattanto quando ho chiuſo il canaletto di comunicazione, e m' ingegno di rimettere il pallone vuoto, in equilibrio col primo peſo, lo trovo a un di preſſo, tanto più leggiero, quant' egli era più peſante nella prima eſperienza; dal che incontraſtabilmente ne ſegue, che l' aria, per ſe ſteſſa, e independentemente dai vapori e dalle eſalazioni alle quali ſi trova meſcolata, aumenta il peſo d' un vaſo ch' ella riempie.

APPLICAZIONI.

Col mezzo delle ſperienze, che ho addotte, non ſolo ſi può accertarſi della gravità aſſoluta dell' aria; ma ſi può altresì conoſcere qual ſia la ſua gravità ſpecifica, paragonando un volume d' aria noto, di cui ſi ſa il peſo ſeparatamente: un eſempio renderà la coſa più intelligibile.

Dopo d' aver meſſo il pallone pieno d' aria e immerſo nell' acqua, in equilibrio al braccio della bilancia, ſe lo rendo più leggiero, eſtraendone la più gran parte dell' aria ch' egli contiene, il peſo che di poi v' aggiungo dalla ſua parte, per rimettere l' equilibrio tolto, è appuntino quello dell' aria che n' è uſcita. Roveſcio immantinenti il pallone nell' acqua, in maniera che l' orifizio guardi il fondo del vaſe, ed apro il canale di comunicazione; allora il peſo dell' atmosfera ſoſpigne nel pallone un volume d' acqua, ch' eguaglia quello dell' aria toltane: chiudo il canaletto; ripongo il pallone nella

ſua

ſua prima ſituazione, e carico il piattello della bilancia, ſin che tutto ſia in equilibrio; il peſo, che ſono coſtretto a mettervi, è quello del volume d'acqua ch' è entrato nel pallone così paragonando i due peſi, vedo la proporzione che vi è tra due volumi eguali d'aria e d'acqua. A queſto modo procedendo, il Signor Hauxbèe ha trovato, che la gravità ſpecifica dell'aria è a quella dell'acqua, come 1 è a 885.

Al racconto di queſte eſperienze, volentieri un crederebbe, che ſia faciliſſima coſa fare queſta comparazione del peſo dell'aria con quello d'un altro fluido col mezzo d' una bilancia; non ſe ne viene a capo non per tanto, fuorchè con grandi cautele ed attenzioni; e reſta ſempre dell'incertezza nel riſultato.

La difficoltà naſce, 1. dal dilatarſi che fanno col calore, e condenſarſi col freddo tutti i fluidi, e generalmente tutti i corpi di maniera che l'aria e l'acqua, che ſi paragonano, nel meſe di Giugno, non hanno la denſità medeſima che hanno nel meſe di Gennajo: queſt' inconveniente ſarebbe di piccola conſeguenza, ſe queſte materie, dilatandoſi o condenſandoſi, ſerbaſſero tuttavia fra eſſe la medeſima proporzione; ma la coſa va altrimenti; e non è affar di piccolo peſo, conoſcere le variazioni ch'elleno provano ſecondo le lor differenti temperature.

2. Siccome non vi è aria perfettamente pura, così non vi è neppur'acqua, che non contenga qualche coſa di eſtranio; e chechè ne dicano alcuni Autori, vi ſon molte acque, che col medeſimo grado di freddo, e di caldo, diffe-

feri-

ferifcono fenfibilmente di pefo fra effe. Ora fe è neceffario fapere qual acqua o qual aria fi è pefata, per conchiudere con precifione la proporzion dell' una con l' altra, non fi può dunque afferire nè decidere generalmente, fe non un appreffo poco.

3. Le variazioni del barometro ci additano, che la preffione dell' atmosfera non è fempre la fteffa; e noi quanto prima vedremo, che l' aria cambia denfità, fecondo ch' ella è più o meno comprefa. Può addivenir dunque che il volume d' aria mifurato dalla capacità del pallone fia più pefante in un tempo, che in un altro; per quefto il Sig. Hauxbèe, nel racconto della fua efperienza, non ha tralafciato nè l' altezza attuale del Mercurio nel barometro (*a*), ne la ftagione, nella quale egli ha operato; in vece di citare folamente il mefe (*b*), avrebbe fenza dubbio additata la temperatura col grado del termometro, fe ve ne foffero ftati allora di paragonabili come al prefente.

4. Per comparare efattamente il pefo dell' aria con quello dell'acqua, bifogna che immergendo l' orifizio del pallone, in cui s' è fatto il vacuo, vi rientri appuntino tant'acqua, quant' aria n' è ufcita; altrimenti non fi farebbe più la comparazione di due volumi eguali. Ma fi fa, che quando un liquore fi trova nel vuoto, l'aria ch' egli contiene, fi fviluppa da effo, e fi folleva al di fopra: quefti è il cafo in cui trovafi l' acqua che comincia ad afcendere nel pallone; ella

(*a*) 29. p. $\frac{1}{2}$ mifura Inglefe, cioè un poco meno che 28 pollici Francefi.

(*b*) Maggio.

ella biancheggia per la quantità delle bollicole d'aria, che ne scappano; e quest' aria occupando la parte superiore del vase, impedisce, ch' ei non riceva tutta quell'acqua che vi dovrebbe entrare, avuto riguardo al vacuo fattovi. Bisognerebbe dunque aver ben purgata d' aria l' acqua di cui vuol uno servirsi in questa esperienza; e questo non si è, per quanto pare, sin ad ora mai fatto: dal che segue, essersi arguita e dedotta un poco più grande di quel ch' ell' è in effetto, la gravità specifica dell' aria.

Non si deve però alcun maravigliare, nel veder che sì poco convengano tra loro gli autori, che han tentate queste sorte d' esperienze, massimamente in tempi, ne' quali tanto più difficile era il procedere in tali esperimenti, quanto meno eran noti i fatti, e non s'avea i mezzi, onde uno al presente può trar i ajuto. Galilei stabilisce la proporzione dell'aria coll' acqua, come 1 a 400; il P. Mersenno, come 1 a 1346: smoderata differenza! Di tutti i Fisici, che di poi cercato hanno di risolvere questa quistione, niuno ha trovata l' aria tanto pesante, quanto ella il sarebe, secondo il primo di questi risultati, nè tanto leggiera, quanto par che lo sia per forza dell' ultimo (*a*): e se si prenda un mezzo

(*a*) Boyle, nelle sue Esper. Fisico-meccan. conchude, che l' acqua comune è 938. volte più pesante dell' aria; e in altri luoghi, egli varia su questa stima. Il Sig. Hombergio, come appar dalla Storia dell' Acc. delle Scienze, dopo d'aver mutato più volte parere, ha dato all' aria la proporzione con l' aqua, come d' 1 a 1087; l' Halleio, come di' 1 a 860; Hauxbee, come d' 1 a 885; Muschenbroek, come d' 1 a 681.

mezzo fra questi, pare assai verisimile che l' acqua piovana sia circa 900 volte più pesante dell' aria, prese l' una e l' altra in una mezzana temperatura, come di 12 gradi al di sopra del termine del diaccio, stando il barometro a 28 pollici.

Essendo i volumi in ragione reciproca delle gravitadi specifiche, vi bisognerebbe dunque un volume d' aria d' una densità uniforme ed eguale a 900 piedi cubici, per far equilibrio con un piede cubico d' acqua; che pesa 70 lire; dal che segue che la gravità assoluta d' un piede cubico d' aria, è appresso a poco un' oncia e due grossi (*a*)

Nota che sia una volta la gravità dell' aria non si deve più alcuno maravigliare; in sentir la mano attaccarsi sopra un piccolo recipiente aperto nella sommità quando si fa in esso il vacuo colla macchina pneumatica: imperocchè finchè il vase è pieno d' aria così densa come quella dell' atmosfera, la mano si trova appoggiata non solamente su gli orli, ma ancora su la massa del fluido ch' è rinchiuso, e che resiste alla pressione esterna; ma quando il vacuo si è fatto, la mano, premuta tuttavia dall' aria esterna, non trovasi più sostenuta, se non dagli orli del recipiente, e per separarnela, converrebbe fare da giù in su uno sforzo capace di sollevar la colonna d' aria, che pesa di sopra. Ora il peso di questa colonna eguaglia quello d' un cilindro di mercurio, che avesse per base

(a) *VVolf. Elem. Aerom. p.* 741. dice, che un piede cubico d' aria pesa un' oncia 27 grani.

il piano, terminato dagli orli del recipiente, e da 27 in 28 pollici d'altezza, ficcome s'è veduto per la famosa Esperienza di Torricelli, (7. Lezione).

Di quì ne fegue, che questa pressione è tanto più grande e più fenfibile, quanto il recipiente ha più d'apertura per di fopra; il perchè la mano vi s'attiene più che l'estremità d'un dito quando lo fi pone ful forro ftesso, ch'è nel centro della piastretta; e per la stessa ragione una chiave forata che fi fuccia, e che s'attacca poscia alla lingua o al labbro, tanto più difficilmente fe ne distacca, quanto il canale è più grosso.

Quando fi fa così il vacuo fotto la mano o fotto qualch'altra parte del corpo, fi deve por cura che gli orli del recipiente non fieno troppo acuti; imperocchè potrebbono intaccare e offendere la pelle; fe ne può far la prova con la metà d'un pomo, o con una fetta di rapa: alla prima pinta di ftantuffo, accade quafi fempre, che fe ne ftacchi un cerchio, il quale entra nel vafo, con impeto e romore.

Quest'aderefcenza, che fi può far nafcere mercè la pressione dell'aria esterna potrebbe essere utilmente posta in opera nella Cirugia: non parlo della ventofa, già notiffima a tutti, e l'ufo della quale oggidì assai trafcurafi in Francia; ma altre occafioni non mancherebbono, nelle quali s'avria bifogno di afferrare, per certo poco di tempo, una parte dilicata, la quale, per la fua figura, per il fuo volume, o per la fua mollezza, non dà prefa alle tente, ed agli altri istrumenti? Una piccola tromba; che avesse l'orificio formato a torricella o padiglione, potrebbe conge-

gegnarsi in così fatta maniera, avere tai dimensioni, che s'adattassero all'operazione, è riuscire di mezzo sicuro e vantaggioso nelle mani d'un uomo valente e perito; tocca a quei del mestiere giudicare dell'applicazione, che potrebbe farsene.

Pare da bella prima, che questa pressione esterna dell'aria, che nasce dal suo peso, doverebbe spezzare le campane di vetro, onde si cuopre la piastretta della macchina pneumatica per fare il vacuo; ma ogni poco che vi si ponga mente, si scorgerà, che tai vasi, essendo sempre con uniformità ritondati in forma di cilindro o di volta, sono al sicuro di tale accidente: essendo che la superficie esteriore è necessariamente più grande che l'interna, tutte le parti che compongono la grossezza, rassomigliano a quella, onde si fanno le centine od arcate; e' sono altrettanti conj, o piramidi troncate, che vicendevolmente si sostengono, a misura che son premute verso un asse od un centro comune, per l'azione d'un fluido che pesa per tutti i versi. Si può veder nella *Fig.* 4. la grossezza d'un recipiente tagliato per dilungo del suo asse e nella *Fig.* 5. il vase medesimo] tagliato parallelamente alla sua base.

Quel che prova, che la forma rotonda difende i vasi contro il peso dell'aria, quando d'essa son vuoti; si è il rompersi eglino infallibilmente, quand'hanno un'altra figura. S'applichi alla macchina pneumatica il vase ch'è rappresentato nella *Fig.* 6, egli è aperto di qua e di là, come il recipiente, su cui s'applica la mano: ma in vece di otturarlo a questo modo, stendesi, e legasi di sopra un pezzo di vescica ammollata;

che servegli di fondo, e che si lascia asciugare; a misura che la tromba fa la sua azione di sotto per vuotarlo, il peso dell'aria esterna fa prendere a cotesta vescica tesa la forma d'una calotta roveſciata, e finalmente ella creppa con dello scroscio. Un pezzo di vetro, o di specchio, che si ponesse in luogo di questa vescica, si spezzerrebbe anch'egli, se fosse puntualmente applicato su gli orli del vaso, col mezzo d'una pelle frapposta od altra guisa. I vasi di vetro sottili, che sono molto schiacciati, e ordinariamente coperti di vinco, crepano spesso quando si accostan' alla bocca mezzo pieni di liquore, per bere nel fiasco; imperocchè lo succiamento rarefà l'aria interna; ed il peso dell'atmosfera adoperando su i due lati piatti, li trae l'un verso l'altro, e spezza il vase.

Queste sorte di prove, e sopra tutto quelle della vescica, cagionano sempre qualche stupore alle persone, che le vedono la prima volta, per lo grande scroscio che le accompagna. Quest'effetto proviene dall'entrar che fa l'aria con una grande velocità (*a*), e tutt'in un tratto in volume grande, in un vaso vuoto, di cui percuote le pareti; imperocchè lo strepito procede primitivamente dall'urto de' corpi, come lo farem vedere nel decorso; ed i fluidi sono capacissimi di urtare i solidi.

S'osserva non so che di consimile, quando precipitatamente si trae fuora il coperchio d'un astuc-

(*a*) Secondo M. Papin, l'aria dell'atmosfera, rientrando nel vuoto, va con una velocità, che le farebbe percorrere 1305. piedi in un secondo, *Abreg. de Lovvtorp.* Tom. I. p. 586.

astuccio da curadenti, d' un calamaio da saccoccia, o l' animella d' una seringa, che sia turata dall' altro capo; quest' avviene perchè si fa una spezie di vacuo, cui l' aria esterna s' affretta a riempire, dacchè ha l' accesso libero: imperocchè mentre s' apre l' astuccio, la capacità A B, *Fig.* 7. cresce della quantità B C, e l' aria interiore tanto più rara ne diventa; poichè in luogo d' essere contenuta tra A B, come lo era nel suo stato naturale, si stende sino in C: ma questo ancor meglio s' intenderà, quando averemo spiegato in qual modo l' aria si rarefaccia, quando si fa uso della macchina pneumatica.

La densità dell' aria, da cui dipende la sua gravità specifica, non è costante: ella varia di molto, non solamente pel freddo e per il caldo, come avviene a tutte l' altre materie, ma ancora per una compressione più o men grande, alla manieria de' corpi elastici, perchè per tutto il tempo che l' aria è compressa, ella conserva costantemente la facoltà di estendersi e d' occupare un maggiore spazio, subito che si fan cessare le cause che ristringono il suo volume; appunto come la crena, la lana, il piumaccio, &c. con questa differenza però, che tutte queste materie perdono la loro elasticità in tutto od in parte, quand' elleno sono troppo fortemente, o troppo a lungo compresse: dovechè l' aria si rimette sempre appuntino: per lo mèn si può dire che non v' è sino ad ora alcun fatto cognito, che provi il contrario (*a*).

K 3 L' aria

(*a*) M. de Roberval ha serbata per 15 anni dell' aria compressa in una canna; a capo di tanto tempo, l' aria ha mostrata quella forza ch' ella suol avere.

L'aria si comprime ella stessa nel suo proprio peso, di maniera che quella che noi respiriamo nella pianura, e più densa che quella che trovasi sopra una montagna; perchè questa è caricata d'una colonna men lunga di quella.

Ma in qualunque maniera che l'aria sia compressa, la sua molla fa sempre equilibrio alla potenza, che restrigne il suo volume; di maniera che se la sua reazione diventa libera, ella può far come fluido elastico, tutto quello che avrebbe potuto fare la forza che s'è impiegata per comprimerla: le sperienze seguenti serviranno di schiarimento e di prova a queste proposizioni.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

EFG, *Fig.* 8. è un tubo di vetro, ricurvo, o rivoltato in forma di sifone, il cui ramo più lungo ha circa 8. piedi di lunghezza, ed il più corto 12 pollici, contando da *d* in G: questo tubo può avere internamente 3 o 4 linee di diametro, e la parte *d* G debb'essere perfettamente cilindrica; egli è aperto in E, e chiuso in G; ed è attaccato saldamente sopra una tavola così grossa, che di facile non si pieghi, e divisa in pollici da *d* in E, e da *d* in G. Essendo ritto in piedi quest'istrumento, vi si fa scorrere un poco di mercurio, in maniera che il tubo nella curvatura sia pieno; si continua a versare del mercurio nel ramo più lungo, ed a misura ch'egli si riempie, s'osserva ne'gradi notati da

da una parte e dall'altra, quali proporzioni serbino tra loro le elevazioni del mercurio ne' due rami.

EFFETTI.

Quando il mercurio è sollevato 4 pollici al di sopra del punto *d* nel più corto ramo, contando dal livello di questa elevazione, se ne trovano 14 pollici nel più lungo.

Continuando a versare del mercurio, s'osserva che 6 pollici d'elevazione verso G, corrispondono a 28 pollici dell'altra parte; e 9 pollici a 84.

SPIEGAZIONI.

Avanti che si faccia scorrere del mercurio nell'istrumento, tutta la sua capacità è ripiena d'un'aria ch'è compressa dal peso stesso dell'atmosfera: mettendo del mercurio nella curvatura o sia nel angolo *d* del tubo, si divide quest'aria in due colonne, una delle quali E*d* soffre sempre la medesima compressione dalla parte dell'aria esterna, con cui ella comunica: e l'altra *d*G debb'essere considerata come una molla precedentemente tesa dal peso dell'atmosfera; finchè il mercurio è in equilibrio con se medesimo nella linea *db*, facendo altresì questa piccola colonna d'aria, per la sua elasticità equilibrio all'altra, che pesa in *d*, il suo volume non deve nè crescere, nè scemare, ma quando si aggiugne del mercurio nel più lungo ramo, non si solleva già egualmente nel più corto, perchè l'aria che vi si trova rinchiusa, gli

fa ostacolo. Questa opposizione tuttavia non toglie, che non sia egli ristretto in un più piccolo spazio, perchè allora è premuto, non sol dal peso dell'atmosfera, come prima, ma ancora da una colonna di mercurio, la cui altezza non deve computarsi che dal livello della sua elevazione nel più corto ramo, poichè quel che vè n'è al di sotto di cotesta linea è eguale da una parte e dall'altra.

Si ha quì da richiamare, quello che favellando noi del barometro (Tom. II. Lez. VII.) osservato abbiamo; cioè che una colonna di mercurio d'in circa 28. pollici di altezza, pesa tanto quanto una colonna d'aria della medesima base e dell'altezza dell'atmosfera: 14 pollici di mercurio aggiunti al peso dell'aria esterna, aumentano dunque d'un terzo la pressione ch'egli esercita contro quello ch'è tra G *d*; ecco perche il volume di questa porzione d'aria si condensa; e questo cilindro, in luogo di restar lungo un piede, scema di 4 pollici, che sono il terzo della sua prima lunghezza:

Per la medesima ragione, quando la colonna di mercurio è di 28 pollici al di sopra del suo livello, il peso dell'atmosfera è raddoppiato, e l'aria che sostiene questa doppia compressione, non forma più, se non un cilindro di sei pollici d'altezza; vale a dire, che il suo volume scema la metà.

Finalmente 84 pollici di mercurio fanno tre colonne l'una sopra l'altra di 18 pollici cadauna, la cui somma pareggia tre volte il peso dell'atmosfera, e che debbono per conseguenza far perdere i tre quarti del suo volume alla colonna d'aria *d* G, ch'elleno comprimono; così

così questa colonna di 12 pollici, si riduce a tre.

Questa esperienza, di cui siamo tenuti al Boyle * ed a M. Mariotte **, prova assai bene che l' aria compressa scema di volume, come la pressione cresce: e poichè la densità d' una materia cresce a misura che le sue parti si ravvicinano, ed occupano insieme un minore spazio, dir si può, che l' aria si condensa, in ragione diretta de' pesi ond' è caricata. Tuttavolta è molto ragionevole credere che questa proporzione non abbia luogo nei gradi estremi; ovver bisognerebbe supporre gratuitamente, che l' aria per questo conto avesse un privilegio esclusivo: imperochè non conosciamo corpo alcuno elastico, che possa essere compresso all' infinito, e sempre proporzionalmente alle potenze, delle quali egli prova l'azione. In oltre non essendo l' aria mai pura, e le materie delle quali è caricata, non essendo compressibili come l' è dessa: si dee credere, che dopo una grandissima compressione, le sue parti cesserebbono dall'essere flessibili, perchè sarebbono appoggiate sopra corpi stranieri, la natura de' quali è di non cedere ad alcuna forza nota.

Per fare con accuratezza puntuale l' esperienza, che ho poc' anzi riferita, bisogna 1. che i due rami dell' istrumento sieno paralleli fra essi, e tenerli in una situazione ben verticale, finchè si osservano le elevazioni del mercurio; imperocchè pesando i liquidi in ragione della loro altezza perpendicolare all' orizonte, se questi

* *Contra Linum p.* 42.

** *Oeuvres de M. Mariotte* in 4. T. I. p. 153.

sti rami s' inclinassero, o pendessero obliquamente, la pressione non sarebbe come la lunghezza delle colonne, ch' eglino racchiudono. 2. Bisogna avvertire di non riscaldare o rafreddare il volume d'aria, contenuto nel ramo *d* G, imperocchè muterbebe dimensioni, independentemente dalla pressione, ch' egli soffre dalla parte del mercurio, e dell' aria esterna. 3. Si dee por cura che il râmo corto sia interiormente ben bene cilindrico; perocchè d'altra guisa, parti eguali misurate sopra la sua lunghezza, non darebbono capacitadi simili, e non si potrebbe conchiudere con precisione il grado di condensazione dell' aria per l'accorciamento della colonna, ch' egli presenta, secondo che la compressione cresce.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

II, *Fig.* 9. rappresenta una secchia piena d' acqua, di cui si osserva la temperatura col mezzo d'un termometro ch' entro vi s' immerge; si fa stare per forza in cotesto primo vase con un peso od altrimenti, un fiasco che ha l' orificio LL assai largo: si prepara quindi un turacciolo di soghero, che nel mezzo si fora perchè riceva il tubo del barometro K M, e si colloca l' un e l' altro in tal maniera, che la parte inferiore del barometro sia nel fiasco, dopo di che si versa sul turacciolo della cera ben liquefatta e mista di trementina, per impedire ogni comunicazione tra l' aria interna, e l' esterna; ma acciocchè il calor della cera non riscaldi

ſcaldi l'aria interna, e non ne cambi la denſità, biſogna congegnare a traverſo del turacciolo e della ſua incamiciatura, un canaletto, che ſi chiuderà quando tutto ſarà raffreddato; allora ſi ſega con un indice, a quale altezza il mercurio ſe ne ſtia nel barometro.

EFFETTI.

Non ſolamente il mercurio non ſi alza nè ſi abbaſſa nel momento ch'egli è rinchiuſo: ma quantunque di poi laſci vedere alcune variazioni ſecondo la temperatura del luogo ov'egli è ogni volta ch'egli è richiamato al grado di caldo o di freddo ch'egli aveva nel vaſo II, dove s'è fatta la preparazione il mercurio ſi rimette all'altezza additata dall'indice: e queſto effetto è ſempre l'iſteſſo a capo di molti anni.

SPIEGAZIONI.

Un iſtante prima che ſi chiuda il fiaſco, l'aria ch'egli contiene, comunicando con quella di fuori, fa parte ancora dell'atmosfera, ne ſoſtiene la preſſione; e la traſmette appoggiandoſi contro le pareti interne del vaſo, e contro tutto quello che vi ſi trova rinchiuſo; queſt'aria allora agiſce come peſante ſul recipiente del barometro; e ſoſtiene il mercurio a 28 pollici. Subito che il fiaſco è otturato, queſta medeſima maſſa d'aria non ha più ſe non il ſuo proprio peſo, ch'è molto poca coſa in comparazione di quello dell'atmosfera, a cui ell'era giunta precedentemente: ma ella reſta compreſſa ſecondo tutta la forza di queſto peſo, di cui

non è più caricata, e la sua reazione è uguale a questa forza; per lo che ella sostiene come corpo elastico li 28 pollici di mercurio, ch'ella portava quando pesava con l'aria esteriore.

Segue da questa prova, che non solamente la molla dell'aria è eguale alla forza che l'ha compressa; ma si vede altresì che questa elasticità non si affievolisce, come quella degli altri corpi, per successione di tempo, poichè il mercurio si sostiene, o ritorna sempre al medesimo grado d'elevazione quantunque per più anni si tenga la medesima massa d'aria in esperienza.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 10 rappresenta due emisferi concavi di rame, e di 6 pollici di diametro; all'uno de'quali è aggiunto un cannone, per cui può aggiustarsi alla macchina pneumatica: e l'altro porta un annello nel mezzo della sua convessità, per potersi facilmente sospendere. Questi due mezzi globi si uniscono in un globo; e per rendere più facile e più puntuale l'unione, uno de' mezzi globi ha a bella posta gli orli piatti, e larghi sì, ch'ecceda la lor larghezza si fuori come dentro egualmente; questo largo giro in forma d'anello si cuopre di pelle ammollata, su la quale, s'applicano gli orli dell'altro mezzo globo dirizzato con ogni diligenza.

Disposta così ogni cosa, si fa il vacuo in codesta palla cava, e si chiude il cannone di comunicazione colla macchina pneumatica per tenerla

la in questo stato ; quand' ella è poi staccata dalla detta macchina si congiunge col cannone un ancino di metallo capace di portare un peso di 60 lire, e si attacca l' anello a qualche punto fisso.

EFFETTI.

Quando questi due emisferi così uniti, sono appesi, come vedesi nella *Fig.* 11. il peso di 60 lire, che vi si attacca, non è capace di separarli l'uno dall'altro; e dacchè si apre il cannone per lasciar rientrare l'aria, la più piccola forza li disgiugne.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Quando i due emisferi sono attaccati insieme, mercè l'evacuazione dell' aria, in luogo di torli via dalla macchina pneumatica, si disviti solamente di due o tre giri il cannone per cui sono gli emisferi ad essa macchina applicati, acciochè si possa fare il vuoto in un recipiente, di cui s' avranno a coprire. Questo recipiente o vase debb' essere aperto nella sommità, e guernito d' un bossolo di rame riempito di pelli crude, premute le une sopra l' altre, a traverso delle quali si fa passare un gambo di metallo ben ritondato e cilindrico. Questo gambo porta da un lato un anello, col quale si può farlo movere da giù in su, ed in giro; e dall' altro suo capo s' aggiusta un uncino, che s' ingaggia nell'

anel-

anello del mezzo globo superiore, siccome sta espresso nella *Figura* 12.

Col mezzo di questo bossolo di pelli, quand' è ben fatto, può trasmettersi ogni sorta di movimenti nel vacuo, senza che i varj movimenti del gambo facciano rientrar l'aria, almeno d' una quantità sensibile. E' inutile il dire, che in luogo dell' uncino, di cui si fa uso in quest'esperienza, si può aggiustar al capo di cotesto gambo ogni altro ordigno, di cui si abbisogni secondo le circostanze.

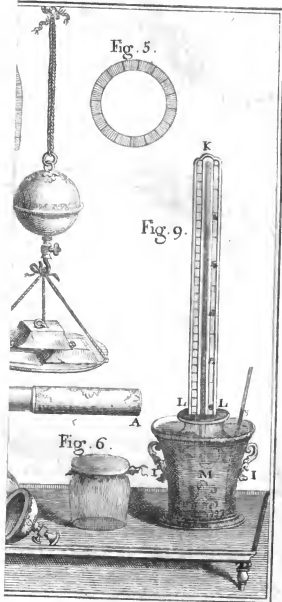
EFFETTI.

Rarefatta che sia l'aria del recipiente ad un certo grado, e che si tiri il gambo del bossolo di pelli da giù in su, i due mezzi globi si separano senza fatica; e se si rimetta al suo luogo quello che si è sollevato, facendo rientrar l' aria nel recipiente, si attaccano sì fortemente, come l'erano prima, che si collocassero nel vuoto.

SPIEGAZIONI.

I due emisferi non s'attaccano insieme, fintanto che l'aria, che vi si trova rinchiusa, dimora nel suo stato naturale; cioè così densa, come quella ch'è di fuori; perchè lo sforzo, ch'ella fa per estendersi; e per disgiungere questi due mezzi globi che le fann'ostacolo, è precisamente eguale a quello dell'atmosfera, che li preme esteriormente; ciascuno d'essi si trova in equilibrio tra due potenze di egual valore.

Ma quando quest' aria interna trovasi rarefatta dall'azione della tromba, la forza della sua molla

Fig. 5.
K
Fig. 9.
L
L
A
Fig. 6.
I
M
I

molla è tanto più indebolita; l'equilibrio è rotto, e la coesione de'due emisferi è proporzionale alla differenza che vi è tra la densità dell'aria che preme esteriormente, e quella dell'aria che resiste di dentro, di maniera che, se questa potesse essere ridotta a nulla, bisognerebbe impiegare, per separar questi due pezzi, uno sforzo un poco più grande che il peso d'una colonna intera dell'atmosfera, la cui base avesse sei pollici di diametro; lo che sarebbe più di 400. lire; supponendo solamente, secondo il calcolo comune che una colonna dell'atmosfera faccia una pressione di 10, ovver 11 lire sopra uno spazio circolare d'un pollice di diametro.

Quando si è collocata la palla vuota sotto un recipiente, che le toglie ogni comunicazione con l'atmosfera, non è più per verità il peso di quest'atmosfera, che ritiene i due mezzi globi l'un congiunto coll'altro; ma è la reazione d'una massa d'aria compressa precedentemente da questo peso, e ch'è capace de'medesimi effetti: perlochè questi due pezzi non si separano facilmente, se non quando è allentata la molla dell'aria ch'è dintorno, con diminuire la sua densità per mezzo di molte pinte di stantuffo, sin a tanto che sia così rarefatta come quella che resta nella palla.

Se l'aria rientrando nel recipiente, trova i due emisferi riuniti in tal guisa, che non possa introdurvisi, ed ivi estendersi come nel resto del vaso, li preme di nuovo l'un contro l'altro, per la stessa ragione, che da prima erano stati attaccati, e con egual forza, se vi è la medesima differenza tra le due arie, quella del di fuori e quella del di dentro.

AP-

APPLICAZIONI.

In conſeguenza de' principj, de' quali ſi ſon vedute poc'anzi le prove, ſi fa appunto il vuoto in vaſe col mezzo della macchina pneumatica; imperocchè abbaſſando lo ſtantuffo da un capo all'altro della tromba, ſi fa naſcere uno ſpazio ſenz'aria, nel quale l'aria del recipiente non manca d'eſtenderſi in virtù della ſua elaſticità; ma una maſſa d'aria che ſi ripartiſce così a due ſpazj, diviene neceſſariamente più rara in ciaſcuno; laonde il peſo dell' atmosfera produce nel medeſimo tempo i due effetti ſeguenti: 1. attacca il recipiente alla piaſtretta, come ſi è veduto, ch'egli fa ſtare coerenti inſieme i due emisferi di metallo: 2. ſe l'aria eſterna non può rientrare per la ſommità della tromba, queſto medeſimo peſo dell' atmosfera rimonta lo ſtantuffo in parte, cioè fin a tanto che l'aria ch'è nella tromba, ſia così denſa come l'eſterna.

Queſt'ultimo effetto merita attenzione: a parecchi viene a noia la macchina pneumatica ſemplice, per la difficoltà che trovano in rimontare lo ſtantuffo: queſta difficoltà è in gran parte tolta, e riſparmiata, quando ſi fa la chiave del canaletto di comunicazione in tal maniera che l'aria poſſa bensì paſſare dal di dentro al di fuori della tromba, ma non reciprocamente: imperocchè con queſta precauzione *, lo ſtantuffo ſi ſolleva come da sè; e reſta poi molto poco da fare, maſſime allorchè ſi va da preſſo agli ultimi gradi di rarefazione.

In

* Vedi le Mem. dell'Acc. per l'anno 1740. p. 413.

In quanto alla coesione del recipiente colla piastretta, ella cresce a misura che l'aria si rarefà; e questa rarefazione, ad ogni pinta dello stantuffo, segue la proporzione delle capacitadi. Se per esempio quella della tromba è eguale a quella del recipiente, al primo colpo, la densità dell'aria, scema della metà, perchè il suo volume diventa doppio, poichè riempie due spazj simili a quello ch'egli occupava da prima; al secondo colpo, o sospinta, si rarefà ancora con la stessa proporzione, e per conseguenza la sua densità è ridotta al quarto, e così di mano in mano; donde appare che una macchina pneumatica, per quanto sia perfetta, non può mai vuotare perfettamente l'aria del recipiente poichè la densità di quest'aria scema sempre con proporzione geometrica. In una parola, per non formare un'idea falsa del vuoto che a questo modo si fa, deesi considerare il recipiente come sempre pieno, ma d'un fluido, la cui densità via via più si diminuisce, fin a tanto che la molla delle sue parti sia tanto svolta ed allentata quanto esser mai lo può, in uno spazio, dov'è poco alle strette; dico poco alle strette per non dire assolutamente, che non lo è più; imperocchè appare che lo sia ancora dopo che si son consumati tutti gli sforzi della miglior macchina pneumatica; siccome vedremo dalle cose che si diranno appresso.

Che la rarefazione dell'aria nel recipiente, sia proporzionale allo scambievole rapporto che v'è tra la capacità di cotesto vase, e quella della tromba: questi è un fatto, di cui è agevole l'accertarsi con l'esperienza: si adatti un barometro ad un recipiente, la cui capacità stia con la ca-

pacità della tromba, come 2 a 1; e si applichi alla macchina pneumatica, nella maniera che si vede nella *Fig.* 13. alla prima pinta di stantuffo, la densità dell' aria sarà diminuita d'un terzo; così il mercurio discenderà d'un terzo dalla sua altezza; venendo giù da 27 pollici, egli sarà dunque ne' 18: alla seconda pinta, l'aria sarà d'un terzo ancora più rara, ch'ella non era dopo la prima sospinta; ed il mercurio discenderà altresì il terzo di 18 pollici, cioè a 12, e sempre così la terza parte dell' ultimo residuo.

Ben avverato questo fatto, si potrà dunque trovare in un subito la proporzione delle capacitadi, tra un recipiente e la tromba, alla quale egli si applica, e se si conoscerà la grandezza assoluta d'una, questa comparazione farà conoscer l'altra: imperocchè primieramente, se il mercurio discende, alla prima sospinta di stantuffo, il quarto della sua altezza, si può conchiudere in tutta sicurezza, che la capacità del recipiente è a quella della tromba, come 3 ad 1. E in 2. luogo se si sà, che la tromba tiene un boccale, si saprà che il recipiente ne tiene tre: questa maniera di misurare il contenuto de' vasi potrebbe avere delle utili applicazioni.

Si può parimenti, con tal mezzo, stimare i gradi di rarefazione dell'aria, ed è lungo tempo che si applica per quest'effetto il barometro alla macchina pneumatica: ma come d'ordinario non si ha bisogno di conoscere esattamente lo stato dell' aria, se non quando s'avvicina agli ultimi gradi di rarefazione, si può allora dispensarsi dall'adoperare un barometro intero, che sarebbe troppo casuale, e sempre di molto imbarazzo; poichè in un'aria sommamente rarefat-

rèfatta il mercurio non mantiene ſe non alcuni pollici od alcune linee di altezza; e ſi può conſiderare il reſto del tubo che riman vuoto al di ſopra, come inutile, e ſopprimerlo: per tal mezzo, baſta aver in pronto un barometro troncato, cioè un picciolo ſifone rivoltato o curvo, il ramo più lungo del quale riempiuto di mercurio, è ſigillato ermeticamente nella ſommità, e che ſi attacca ritto in piedi ſopra una piccola baſe di piombo con una regola di legno ſottile, e diviſa in gradi, in pollici, e linee. Vedi la *Figura* 14. Ma o ſi valga uno di queſta ſpezie di ſcandaglio e miſura, o adoperi il barometro intero, non vedrà mai diſcendere il mercurio perfettamente al ſuo livello; reſta egli ſempre elevato un poco più alto, ſe non oſtano cagioni eſtranee *. Non ſi dee però accagionarne il peſo dell'aria che rimane nel recipiente: la colonna che corriſponde a quella del mercurio è troppo corta, e la ſua denſità è troppo diminuita, ned ella ha pero una gravità ſenſibile; ma è naturale il penſare, che quando l'aria è eſtremamente rarefatta, la ſua molla, tuttochè ancora baſtevole per ſoſtenere una linea di mercurio, è già tanto indebolita, che non può sforzare e ſuperare i vapori graſſi, e gli attriti, che s'oppongono al ſuo paſſaggio nell'anguſto canale di comunicazione. Queſt'è un piccolo difetto, da cui le macchine pneumatiche, anche le meglio fatte, non vanno eſenti; ma queſto difetto non ha conſeguenze di rilievo; e quando è ſolo, ſi può ſempre con ſicurezza ri-

 durre

* Vedi le Mem. dell' Accad. delle Sc. An. 1741. pag. 145.

durre la densità dell' aria a $\frac{[illegible]}{100}$ di quella ch'ell' ha quando il barometro mostra 28 pollici; imperocchè una buona tromba abbassa il mercurio appresso a poco ad una linea dal suo livello; e 28 pollici danno 336 linee.

Se ben s'intenderà in qual maniera eserciti l' aria la sua azione, o per lo suo peso, o per lo suo elaterio, facilmente spiegherassi un' infinità di fatti curiosi, che l'uso delle macchine pneumatiche, e la facilità che s'è acquistata di fare il vuoto, hanno data occasione di conoscere.

Una vescica nella quale si chiuda un poco d' aria, e che tengasi nel vacuo, non manca di gonfiarsi, perchè quel poco d' aria ch' ella contiene, si rarefà a misura, che quel' aria che la circonda va perdendo della sua densità: ed in tal caso, un piombo, il qual pesasse 12. o 15 lire, non l'impedirebbe dal gonfiarsi; perchè non sarebbe equivalente alla pressione dell' aria, che si fa cessar d' oprare attorno di lei nel recipiente.

Per la stessa ragione, un vase di vetro sottile e pieno d' aria, ben otturato, crepa nel vuoto, perchè niente più v'è, che faccia equilibrio alla molla d' aria ch' egli contiene, e che fa un continuo sforzo per dispiegarsi.

Un ovo posto in un bicchiere si vuota per un piccolo foro, che si è fatto nella parte dell' ovo inferiore, quando si rarefà l' aria che lo circonda; per lo medesimo foro parimenti si riempie, quando si lascia entrar l' aria nel recipiente: la ragione si è, perchè un ovo, massimamente stantio, contien dell' aria che galleggia nel luogo più alto del suo guscio, a cagion della sua leggerezza; quest' aria si estende, e sospinge dinanzi a sè

sè la materia propria dell'ovo, a misura che si diminuisce la pressione dell'aria esterna, con la quale ell'era da prima in equilibrio, dacchè si restituisce l'aria nel recipiente, la sua pressione fa rientrar tutto quello ch'è uscito dal guscio, e rinserra l'aria interna nel primo spazio ch'ella occupava.

Questa spiegazione si fa sensibile, se in una ampolla piena d'acqua, di cui s'immerga l'orifizio in un vase, lascisi una bollicola d'aria che non manca mai d'occupare la parte superiore, e se si faccia poi passare il tutto nel vuoto. Vedi la *Figura* 15. imperocchè a misura, che l'aria del recipiente si rarefà, vedesi che la bollicola d'aria si estende sempre più (*a*), e ch'ella precipita l'acqua ch'è con essa rinchiusa; dopo di che, se l'aria rientrerà nel recipiente, il liquore tornerà a salire, e l'aria ripiglierà il suo primo volume al di sopra d'esso.

Un pomo vecchio appiana le sue grinze nel vuoto, e torna liscio, come se fosse appena colto, perchè l'aria, ch'sotto la pelle, distendesi e la solleva; ma all'opposto, più s'aggrinza di prima, quand'egli si trae fuori del vuoto, perchè l'aria che vi era contenuta, allargandosi, n'è in parte uscita, e tanto meno ne resta, per resistere alla pressione dell'aria esterna; e quindi è, che le pieghe o grinze della sua pelle s'accrescono.

Sarebbe superfluo addur quì tutte le sperienze

 di

(*a*) Da una simile esperienza, M. Mariotte conchiude, che l'aria, uscendo dallo stato, in cui ell'è su la superfizie della terra, può riempire uno spazio 4000 volte più grande, che quello ch'ella suole occupare, *De la nat. de l'air.* p. 173.

di questa fatta, le quali spiegherebbono più tosto un dilettevole e giocondo spettacolo, che un concorso di prove necessarie per conformare, o per dilucidare i principj, che già crediamo d'avere sodamente stabiliti; basta che s'intendano bene alcuni di questi fatti; tutti gli altri diventano poi facili da spiegare.

Ma dopo d'aver fatto conoscere la molla dell'aria tesa dal peso dell'atmosfera, ed i varj gradi di rarefazione, onde questo fluido è suscettibile, uscendo dallo stato in cui comunemente egli è su la superfizie della terra; opportuno mi sembra di far ora vedere, quanto accrescer si possa la sua densità, ed il suo elaterio, quando esso fluido dell'aria si sottomette ad una pressione più grande, che quella dell'atmosfera.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig* 16. rappresenta un vase di rame, il qual si riempie d'acqua, fino ai due terzi in circa della sua capacità: vi si aggiugne il canale NO, guernito d'una chiave o cannoncino di comunicazione, che s'aggiusta a vite al vase, e la cui estremità inferiore O, ch'è aperta, discende una linea vicino al fondo. Si adatta in N la piccola tromba calcante PR, *Fig.* 17. con la quale a forza s'introduce molt'aria; dopo di che, chiuso il cannoncino di comunicazione, si leva via la tromba, per adattarvi in sua vece una spezie d'aspergolo.

La tromba prende l'aria per un foro fatto apposta

posta in P, al di sopra del quale si solleva lo stantuffo; e questo medesimo stantuffo, discendendo, la sforza a passare per un piccolo foro fatto in fondo, e sopra 'l quale s'è messa una lenguella, o valvula nel di fuori, per impedire, che l'aria non ritorni nella tromba, quando si solleva di nuovo lo stantuffo.

EFFETTI.

Dacchè si apre il canaletto a chiave, l'acqua esce dal vase in forma di getto, che in prima ascende all'altezza di 25. o 30. piedi, e che sul fine s'abbassa.

SPIEGAZIONI.

La quantità d'aria, che si sforza ad entrare nel vase, vien su da prima a traverso dell'acqua a cagion della sua leggerezza, e corre ad unirsi con quella che occupa il sito L N Q, di cui pur accresce altrettanto la densità; quest'aria così compressa ha una forza elastica molto più grande, che il peso dell'aria esteriore, che resiste all'orifizio N del canale. Questa forza si dispiega sopra la superfizie dell'acqua, e la sospigne per lo canale ch'è aperto, con tanto più di velocità, quanto v'è di differenza tra la densità dell'aria ch'è chiusa nel vase, e quella dell'aria esteriore: e sendo che cotest'aria che spigne l'acqua, trovasi più libera e dilatata, a misura che il vaso si vuota, la sua molla vie più s'indebolisce; e per questa ragione, il getto ne diventa meno elevato sul fine.

Quando per avventura si dasse luogo al dub

bio, se in realtà l'effetto quì descritto provenga, siccome diciam noi, da una mancanza d' equilibrio tra l'aria del vase, e l'esterna; agevol sarebbe deporlo, e rimaner convinti, sol che si badi ad una bella esperienza, che merita d'esser quì riferita.

Si può saldare e conglutinare un cannoncino finito in punta, con un piccolo fiasco della medesima materia, così che sia questo in piccolo, ciò che in grande è il vase di rame dell'Esperienza precedente: se questo fiasco si rovescierà in una tazza piena d'acqua, e si coprirà il tutto con un recipiente su la piattretta d'una macchina pneumatica, come nella *Fig.* 18. a misura che si farà il vacuo, si vedrà uscire dal fiasco una parte dell'aria, che formerà onde, e gorgoglierà nell'acqua della tazza; e poscia, allorchè si lascerà rientrar l'aria nel recipiente, la sua pressione spignerà nella bottiglia o fiasco tant'acqua, quant'aria ne sarà uscita. Io non mi fermo a spiegare questi due primi effetti, che già debbono intendersi dalle cose dette di sopra. Ma se si raddrizzerà il fiasco, come nella Fig. 19. e si rarefarà di nuovo l'aria del recipiente, quella ch'è al di sotto dell'acqua, venendo anch essa a rarefarsi, farà nascere uno spruzzo o getto, che tanto più in alto salirà quanto più sarassi interrotto l'equilibrio, tra le due arie. Quì non è l'aria compressa artificialmente, che sforzi la resistenza del peso dell'atmosfera, come nell'esperienza precedente: ma è la molla naturale di questo fluido, che si mette in istato di agire, indebolendo il fluido che gli resiste nell'orifizio della bottiglia; è sempre un'aria più forte contro un'aria più de-

Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 12.
N
O
P
R
Fig. 17.

debole: in breve, è acqua che sta fra due porzioni d'aria, le quali non sono più in equilibrio.

VII. ESPERINZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 20. rappresenta una spezie d'archibugio, composto di due canne di metallo, collocate una nell'altra, e tra le quali resta uno spazio ben chiuso, ove si condensa fortemente l'aria col mezzo d'una piccola tromba calcante, ch'è alluogata nel calzo. Vi sono due valvule o lenguelle, cioè una all'estremità della tromba, per impedire, che non vi ritorni l'aria, quando si tira lo stantuffo; e l'altra all'estremità della canna interna dalla parte della culatta, dove si ha l'avvertenza di mettere una palla di calibro. L'ultima di queste lenguelle si leva col mezzo d'un passerino, per lasciar passar l'aria nella piccola canna, e rinchiudersi di nuovo prontamente, affinchè non ne scappi se non una parte. Ma essendo queste sorte d'armi molto in uso, io ho fatto lavorare a bella posta quella di cui mi servo, in maniera che non si corra alcun rischio nel metter le palle, e che si possa levarle, senza essere obbligato a scaricar l'aria; per tal uopo vi è un canale o serbatoio, che contiene 12. palle, ed una spezie di chiave, che comunica e si gira, per collocarle successivamente nella direzione del piccolo cannone, o per traportarnele, se si vuol tirare. Per conservar a quest'istrumento tutta la forma ester-

esterna d'un fucile, l'abbiam guernito d'una piastretta, il cui ferretto serve a girare la chiave del canaletto che comunica; e col moto del cane si fa levar la lenguella.

EFFETTI.

Armato ch'è il cane, e lasciato poi giù, la palla scatta con tanta forza, che si può molto bene assestarla e dirizzarla a 70 passi lontano in un circolo d'un piè di diametro.

Gli ultimi colpi hanno sempre molto meno di forza che i primi; ma comunemente l'ottavo penetra ancora una tavola di quercia, grossa 6 linee, e posta in distanza di 20. o 25. passi.

L'aria e la palla nell'uscire fanno poco romore, massimamente se il luogo dove si sta, non è chiuso; questo scoppio non è più che un soffio gagliardo, che appena si sente in distanza di 30, o 40 passi.

SPIEGAZIONI.

Dopo la spiegazione che ho data dell'esperienza precedente, la sola preparazione di questa, dee bastare per farne intender gli effetti; l'aria condensata tra le due canne fa sforzo per uscire: dachè le si dà l'uscita per la piccola canna, porta via seco tutto quello che v'incontra; la palla riceve dunque una velocità eguale a quella con la quale quest'aria ricomincia ad uscir fuori. Ma essendo che la lenguella non resta aperta se non un istante, non ne scappa fuori in una volta, se non quanto è d'uopo per far partire una palla: frattanto le ultime sono

cac-

cacciate più debolmente, perchè la molla dell' aria si diminuisce a proporzione, che quel che n'esce le lascia più luogo per estendersi. Lo scroscio è incomparabilmente più debole, che quello d'un'arma da fuoco; perchè nè la palla, nè l'aria che la sospigne, non percuotono mai l'aria esterna con tanta violenza e prontezza, quanto fa una carica di polvere infiammata, la cui esplosione fassi con una velocitade estrema. L'archibugio da vento, (ch'è il fin quì descrito da noi) si fa però più sentire in un luogo chiuso, che all'aperto, perchè allora la massa d'aria, che è percossa, essendo appoggiata e contenuta da muraglie, o in altra maniera, fa una resistenza maggiore.

APPLICAZIONI.

I fusili, le pistolle, o canne da vento, sono istrumenti più curiosi che utili; la difficoltà di fabbricarli, quella di mantenerli lungo tempo in buono stato li rende necessariamente più cari, e di men comodo, e men sicuro uso, che i fusili da polvere ordinarj: il solo avantaggio che potrebbe in essi trovarsi, quello cioè di colpire senza essere sentiti, potrebbe diventar pregiudiziale nella società, e mi pare un molto saggio avvedimento, il coartare e ristrignere più che sia possibile l'uso di così fatti istrumenti. Color che li amano, ne favellano spesso e con entusiasmo; ma fan lor più d'onore che non meritano, attribuendo ad essi quegli effetti, de' quali in realtà non sono capaci: non è vero, per esempio, che abbiano mai tanta forza, quanta un'arma da fuoco; ed è cosa rarissima, che

le

le lenguelle tengano con tanta costanza l'aria, che si possano tenere per lungo tempo caricati.

Se le storie che si raccontano della *polvere bianca* hanno qualche realità, debbonsi senza dubbio intendere nel senso figurato, del fusile da vento, ch'è capace di portare un colpo micidiale, senza fare strepito notabile; imperocchè non venendo lo strepito d'un fusile dal colore della polvere, ma essendo una conseguenza necessaria dell'esplosione velocissima ond'ella è capace, debbesi credere, che ogni materia, la qual si dilati con la medesima velocità, sia ella bianca o nera, scoppierà all'istesso modo.

In quanto poi alle fontane artifiziali, dove l'acqua riceve il suo moto dell'elaterio dell'aria, elleno variar si possono in cento guise differenti, più curiose e piacevoli le une che l'altre: e tanto più lo sono, quanto che vi siede salir l'acqua al di sopra della sorgente: al contrario de' getti ordinarj, che si fanno, come ognun sa, per mezzo d'una caduta d'acqua, il cui ricettacolo o fondo, è più alto. Un solo esempio mi basterà: imperciocchè non è bene fermarsi senza frutto in cose, che già s'attrovano in tutti i libri di Fisica.

La Fontana rappresentata nella *Figura* 21. porta il nome di Herone, che ne vien creduto l'Inventore; ella si costruisce per ordinario di due bacini, o cassette di metallo, che si congiongono col mezzo di tubi della stessa materia questa è fatta di vetro, affinchè se ne vegga meglio il meccanismo; la materia e la forma esteriore sono affatto indifferenti; variar si possono secondo il giusto particolare di ciascheduno. Per far giocare questa Fontana, io riempio d'acqua

tre

tre quarti del globo A B per il canale C D, ch' è aperto da una parte e dall' altra; ne metto poscia nel bacino o conca G H, per tener sempre pieno il tubo I K, ch' è aperto da un capo all' altro. Questa colonna d' acqua, che tende a spandersi nel globo inferiore E F, carica con tutto il suo peso la massa d' aria, di cui egli è pieno: quest' aria così compressa, scappa per lo canale L M, e dispiega il suo elaterio sopra la superficie dell' acqua, ch' è in A B, e finalmente quest' acqua premuta dall' elaterio dell' aria, scappa in forma di getto per lo canale C D, a capo del quale (se si vuole) si mette un ordigno tutto bucato, che spande l'acqua a zampilli.

Basta mettere da bella prima un poco d' acqua nel bacino per empire il tubo I K; il getto che indi tosto ne nasce, somministra il bastevole per tenerlo pieno; e lo scorrimento d' acqua che si fa così dal globo A B, ricade in quello da basso, che si vuota dopo l' operazione, per un canaletto a chiave ch' è di sotto.

Si fa pure uso dell' elaterio dell' aria compressa, per rendere continuo l' efluvio d' una tromba, che ha un solo stantuffo: supponiamo, per esempio, che la tromba *nop*, *Figura.* 22. di doppio uso, cioè aspirante e calcante, sia involta d' un vase cilindrico di metallo, che forma attorno di lei uno spazio ben chiuso Q R S, che comunica col tubo ascendente T V. Quando l' acqua sollevata per aspirazione sotto lo stantuffo, sarà sforzata di poi dalla compressione a passar per la lenguella, o valvula ch' è in *o*, non solamente ella si eleverà nel tubo, ma ascenderà parimenti verso Q R, nello spazio ch' è

attor-

attorno della tromba, ed elevandosi così, tenderà la molla dell' aria, la qual sarà tra lei ed il fondo di cotesta cavità. Laonde, finche si rimonterà lo stantuffo, per fare una nuova aspirazione, la reazione di cotesta massa d' aria compressa, supplirà alla pressione dello stantuffo, e farà continuare l' effluvio in V.

Per questo mezzo si guadagna per certo qualche vantaggio nella velocità; imperochè somministrando il tubo T V dell' acqua senza interruzione, ne passa una maggior quantità in un certo tempo: ma quest' avantaggio non s' acquista che a costo della forza, che debb' essere più grande dalla parte del motore, poichè ne abbisogna non solamente per portare il peso dell' acqua che pesa in T, ma ancora per comprimere l' aria, di cui si vuol tendere la molla. Del resto vi ha molti casi, ne' quali non poco importa di somministrar dell' acqua senza interruzione; e per questo motivo, si fabbricano a questa maniera quelle piccole trombe, cotanto in uso nell' Inghilterra, e in Ollanda, e da alcuni anni in qua, a Parigi (*a*); con le quali ogni uno può fermare almeno il progresso d' un incendio nascente, aspettando de' soccorsi più validi.

Dopo l' invenzione della macchina pneumatica, si è fatto una gran quantità di sperienze nel vuoto, o sia nell' aria rarefatta a gradi differenti: naturalmente si potea ben pensare che mol-

(*a*) Il Signor de Gensanes ha un magazzino di queste trombe, per venderle, o noleggiarle. Egli abita nella strada di Montmartre, vicino a ··n Giuseppe.

molte ancora far se ne potessero nell'aria più del suo ordinario condensata ; e molti Fisici hanno infatti già posto mano all'opera per queste sorte di prove si adopra un vase capace d'una grande resistenza, e vi si fa entrare dell'aria per forza con una piccola tromba simile a quella , di cui ci siamo serviti quì sopra, per la fontana di compressione. (*Figura* 17.) Ma l'aria che passa così per una tromba, si carica di vapori crassi ed umidi; e sarebbe in molti casi desiderabile ch'ella fosse più pura, affinchè ciò che risulta dall'esperienza, non possa attribuirsi a verun'altra cosa che al grado di compressione, che si è fatto prendere, alla densità della sua propria materia. Questa considerazione m' ha fatto escogitare una nuova macchina, con la quale si potrà comprimer l'aria , senza diminuire il grado di purità ch' ell' ha nell'atmosfera, e forse anche accrescendolo; dacchè vi avrò dato l'ultima mano, se la cosa ne porterà il pregio, la farò pubblica nelle Mem. dell'Accad. delle Scienze , in seguito degli Strumenti che servono alle Sperienze dell'Aria, delle quali ho incominciata la descrizione.

Appare dagli esperimenti Boileani, che si può per compressione rendere il volume d'una massa d'aria 13. volte più piccolo, ch'egli non è nel suo stato naturale su la superfizie della terra . Degli altri Filosofi hanno estesa dapoi questa prova, con diverse operazioni; quegli che sembra aver fatto più di tutti per questo conto , è il Signor Hales, che dice (*nella sua Stat. de' Veget. nell' append. pag.* 390.) d' aver ridotta l' aria alla 1337. ma parte del suo volume ordina-

rio

rio (*a*); sopra di che il Muschenbroekio fa una riflessione giudiziosa. „ L' aria, per questa esperienza, è divenuta, dic' egli, più di due „ volte altrettanto pesante che l' acqua; però „ non potendo l'acqua essere compressa, di quì „ appare, che le parti aeree debbon essere d' „ una natura molto differente da quella dell' „ acqua; imperocchè altrimenti se l' aria fosse „ della medesima natura, non si avrebbe potuto ridurla se non a un volume 800 volte „ più piccolo; sarebbe stato dunque allora appuntino così denso come l' acqua, e avrebbe „ pure a tutte le sorti di pressioni resistito con „ una forza eguale a quella che osserviam nell' „ acqua.

In quest' occasione il Sig. Hales propone una specie di misura, per le altezze del mare; ma essendo che la regola del Sig. Mariotte sopra la condensabilità dell' aria, è solamente giusta ne' gradi medi di compressione, e non si sa con quale proporzione questo fluido si comprima ne' gradi estremi, cotesta misura non potrebbe aver luogo.

Il Sig. Amontons non solamente non rivoca in dubbio questa grande condensabilità dell'aria: ma l' ha eziandio supposta, prima ch' ella si conoscesse per esperienza, come un principio col quale si può spiegare, secondo lui, certi moti intestini del nostro globo; imperocchè dopo d' aver provato che la molla dell' aria, avvalorata

(*a*) V' è dell' oscurità nel calcolo dell' Hales; il traduttore crede che bisogni correggere il resultato, e sostituire a 1837, 1551.

ta dal caldo, è tanto più forte quanto questo fluido ha più di densità; non dubita punto che i terremoti non possano essere eccitati da masse d'aria sotterranea, che si dilatano; e fa vedere, che la parte inferiore d'una colonna dell' atmosfera, prolungata 18 leghe verso il centro della terra, averebbe in tale profondità una densità eguale a quella del mercurio. (*Vedi Mem. de l'Acad.* 1703. *p.* 101.)

Le sperienze precedenti, e le osservazioni che vi abbiamo soggiunte, hanno mostrato, come l'aria muti densità, ed in qual maniera il suo elaterio cresca o scemi per una più o men grande pressione: resta ora da sapersi, quali effetti producano il caldo ed il freddo su questo fluido.

Non è quì il luogo d'esaminare, qual sia la natura del fuoco, nè com'egli adoperi su i corpi; tali questioni si tratteranno nel decorso di quest'opera con la convenevole ampiezza; direm solamente per anticipazione, e per agevolare l'intelligenza degli effetti, che quì abbiamo da spiegare, 1. che il freddo non è un ente reale, nè una qualità positiva, ma bensì lo stato d'un corpo ch'è attualmeute men caldo di quel che sia stato, o ch'esser possa; in guisa che non vi è niente nella natura, che sia assolutamente freddo; il ghiaccio, per esempio, non è freddo se non per comparazione coll'acqua, ond'egli è formato, o con qualche corpo più caldo, questa verità si dilucciderà maggiormente da noi nel decorso, e si convaliderà con tutte le prove necessarie. 2. Si può considerare il calore, come l'effetto d'una materia estremamente sottile, la cui abbondanza od azione tien

ſeparate, le une dall' altre, le parti proprie del corpo ch' ella penetra, e comunica loro una parte del ſuo moto.

Conſiderando il calore ſotto queſta idea, ſi capiranno facilmente due effetti notabiliſſimi, ch' egli produce in una maſſa d' aria, e che noi verremo qui additando per via d' eſperienze: il primo di queſti effetti è, ch' egli ne accreſce il volume, vale adire, che una medeſima quantità d' aria è capace d' occupare più o meno di luogo, quand' ella è più o meno riſcaldata; il ſecondo effetto del calore ſu l' aria, è di accreſcerne l' elaterio, a proporzione della preſſione, ond' ella è caricata: di maniera che un medeſimo grado di caldo, applicato ad una medeſima aria doppiamente, o triplicatamente condenſata, le da una molla doppia o tripla: come ſi vedrà dalle circoſtanze de' fatti che ſiam per deſcrivere.

VIII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Fra molti tubi di vetro, quai ſon quelli onde ſi fanno i barometri, ne biſogna ſcieglier' uno che abbia circa un piede o 15 pollici di lunghezza, e che ſia per tutto d' un diametro eguale; lo che ſi conoſcerà facilmente, facendo andare da un' eſtremità all'altra una colonnetta di mercurio; imperocchè ſe queſta è ſempre della ſteſſa lunghezza in tutti i luoghi del tubo ov' ella ſi troverà, queſt' è un ſegno, che la capacità è eguale in tutte le parti ſimili, Biſogna poſcia ſigil-

figillare ermeticamente una delle eftremità, e porlo fopra brage ardenti, per farlo rifcaldare finchè fia rovente, allora egli fi prende con mollette, per immergere fubito l'eftremità, la quale è aperta, nel mercurio bollente, e lafciafi poi raffreddare il tutto. Vedi la *Fig.* 23.

Per dare un certo e noto grado di raffreddamento, fi mette per alcuni minuti l'eftremità ch' è figillata, nel ghiaccio peftato, offervando nulladimeno che il tubo ftia in una fituazione quafi orifontale, affinchè l' aria che vi refta, non fia quafi niente compreffa dal pefo del mercurio che la tiene rinchiufa.

EFFETTI.

Il tubo fatto roffo al fuoco, ed immerfo nel mercurio, fe ne riempie in parte; e quando è ftato per qualche tempo nel ghiaccio, la porzione d' aria ch' è contenuta tra l'eftremità figillata ed il mercurio, occupa appreffo a poco il terzo della lunghezza del tubo.

SPIEGAZIONI.

Il tubo di vetro, avanti ch' effere rifcaldato, era pieno d' una colonna d'aria, fimile a quella dell'atmosfera: le parti di quella materia, la quale fa il calore, qualunque ella fia, avendo penetrato il vetro, ed effendofi mefcolate coll'aria, hanno difcoftate le parti proprie di quefto fluido, ed il fuo volume, per quefta ragione, s'è aumentato confiderabilmente; ma poichè la capacità del tubo non fi è ingrandita proporzionalmente, una gran parte dell'aria n'è ufcita,

e il tubo è restato pieno d'un poco d'aria sommamente rarefatta, e d' una grande quantità della materia del fuoco.

Questo tubo essendo stato immerso nel mercurio, ha cominciato a raffreddarsi, vale a dire, che quella materia straniera, che avea penetrato il vetro per mescolarsi coll' aria, s'è evaporata, od ha perduto a poco a poco la maggior parte del suo moto; per lo che le parti dell' aria si son potute e dovute ravvicinare, ed essa aria condensarsi; tanto più che il peso dell' atmosfera, premendo su la superfizie del mercurio, l' ha costretto ad entrare in cotesto tubo, e inoltrarvisi, sin a tanto che il poco d' aria rimastovi, abbia acquistata, per uno scemamento sufficiente del suo volume, tanta densità da potergli resistere.

Si vede adunque da questa esperienza, che una certa quantità d' aria, che ha la temperatura del ghiaccio, e ch' è sottomessa al peso dell' atmosfera, ha tre volte meno di volume, ch' ella non ne ha sotto la medesima pressione, ma in un calore capace di far rovente il vetro; o, lo che è la stessa cosa, che il volume dell' aria dilatata da questo grado di caldo, sta con quello ch' ell' ha nel freddo del ghiaccio, come 3 ad 1.

Da esperienze a un di presso simiglianti, s'è raccolto, che il volume dell' aria, quando comincia a gelare, è a quello ch' ell' ha nel calor dell' acqua bollente, come 2 a 3; e ch' ella si dilata circa un settimo, contando dal freddo del gelo che comincia, fino ai nostri caldi comuni in tempo di State, che sono appresso poco di 25 gradi nel termometro del Sig. Reaumur.

Ma

Ma in queste sorte d'esperienze, sopra tutto quandosi scalda l'aria considerabilmente, si trovano spesso delle differenze notabili, secondo lo stato attuale dell'aria, sopra la quale si opera, o de' vasi che s'impiegano; imperocchè è un fatto, che l'umidità unendosi all'aria, chè si fa riscaldare, occasiona una dilatazione, ch'è talvolta 10 o 12 volte più grande, che non sarebbe col medesimo grado di caldo, se si adoperasse un' aria più asciutta.

In oltre, essendo l'aria più densa o più compressa in un tempo che in un altro, gli effetti pur variano, secondo l'altezza attuale del barometro, che non si dee trascurare di esaminar in tal caso.

APPLICAZIONI.

Con dilatar l'aria mercè d'un calore gagliardo, si fan crepare con iscroscio quell'ampolline di vetro sottili, che si soffiano alla lampana d'uno smaltatore, e che sigillansi ermeticamente: l'effetto n'è più sicuro, e più grande, quando vi si serra una picciola goccia d'acqua; non solamente perchè l'umidità procura una dilatazione maggiore, ma ancora perchè la freschezza del liquore impedisce, che il vetro non s'ammollisca al calor del fuoco: e fa sì che non cada dolcemente e senza rompersi, all'estensione del fluido rinchiuso. Quando si mette cotai soffioni di vetro alla lampana per sorprendere qualche circostante, si dee temere, non ne saltino agli occhi le scheggie del vetro, e non incomodino gl'inavvertiti. Le castagne; che scoppiano sotto la cenere calda, non sono di tanto

pericolo, ma anche questo è un effetto che dipende dalla stessa cagione; l'aria rinchiusa sotto la buccia, si dilata, e la fa crepare, quando non si ha l'avvedimento d'intaccarla con qualche taglio; quanto più ella resiste tanto più è scrosciante la sua rottura.

Nella prima lezione (*Sez.* I. *Esper.* III.) ho fatto menzione d'una piccola caraffa di vetro, che ho supposto essere in parte piena d'un liquore odoroso; ma non ho detto allora come si faccia ad empir questo vase, di collo e d'orificio così angusti, che non si può servirsi, per empirlo, di un imbuto. Ora si vien a capo di tale operazione, se si riscalda il piccolo fiaschetto, e s'immerga subito la sua boccuccia nel liquore che vi si vuol introdurre; imperocchè dilatando l'aria col calore, se ne fa uscire una gran parte, e quel che resta, venendo poi a condensarsi, a misura che si raffredda, lascia un vuoto, ove il peso dell'atmosfera porta il liquore; come appunto è avvenuto nel tubo adoperatosi nella esperienza precedente.

In questa maniera pure s'empiono i vetri de' termometri, i tubi de' quali sono ordinariamente così sottili, che non si potrebbe mai farvi entrare il liquore con altro mezzo, se non se spendendovi troppo lungo tempo. La dilatazione dell'aria, sarebbe anch'ella un mezzo imperfetto in sì fatti casi, dove si tratta d'empire intieramente il vaso, poichè un grandissimo calore non può far uscire, se non in circa i due terzi dell'aria; ma si suole aggiugnerne un altro, del quale parleremo in appresso, e che ajuta a vuotar l'aria ancora più completamente.

A pro-

A proposito de' termometri, quello di Santorio, rapprefentato nella *Fig.* 24 produce ancora i fuoi effetti in confeguenza della dilatabilità dell'aria. Quando fi applica la mano alla pallottolina della fommità, l'aria ch'ella contiene, e che riempie una parte del tubo fino in N, fi rifcalda, fi dilata, e fa difcendere nel recipiente abbaffo, nn liquor colorato, la cui andatura diventa fenfibile, e fi può mifurare con le divifioni de' gradi fegnati fu la tavoletta. Se l'aria che fi è rifcaldata, fi raffredda in appreffo, fi condenfa, ed il medefimo liquore fpinto dal pefo d'una colonna dell'atmosfera, che corrifponde in M. rimonta verfo la pallottola; il che fi fa cofpicuo, per li gradi della fcala, ch'ella percorre da giù in fu; di queft' iftrumento noi riaffumeremo la ftoria quando parleremo di quelli che fervono a mifurare i gradi del caldo e del freddo.

Siccome fi fa zampillar l'acqua mercè la compreffione dell'aria, fi può nè più nè meno fervirfi della fua dilatazione per formar fontane, che danno fpaffo a' curiofi: quefti principj di movimenti averebbono delle applicazioni fenza fine; ma la raccolta che fe ne potrebbe fare, non entra nel difegno di queft' Opera; e io però mi riftringo a due efempj, per li quali fi potrà giudicare degli altri. A B; *Fig.* 25. è un vafe di vetro, di collo ftrangolato o compreffo, ed aperto in alto e abbaffo, la cui bafe è fermata fu l'alto d' una caffa C D, a modo di piedeftallo: in A è attaccato un piccolo tubo E F, che da una parte finifce in punta come un afpergolo pofticcio, e l' altro capo tocca, meno poche linee, il fondo del vafe. Un altro tu-

bo che mette capo in G, e ch' è aperto, passa nel sito dello strangolamento del vase, dov' è congiunto, e a traverso del piedestallo, per terminare ed unirsi con un palloncino di rame sottile, col quale è saldato. La cassa CD, è fodrata di piombo nel di dentro, e il di sopra che può levarsi, s' attacca con degli uncini.

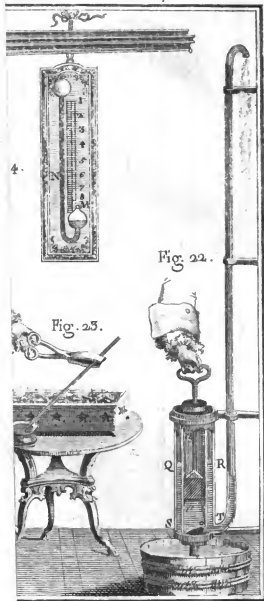
Il pallone di rame non contiene altro che aria. Il vase AB è pieno d' acqua fin a tre quarti della sua capacità, e si versa dell' acqua bollente nella cassa CD, per un buco fattovi di sopra, e nel quale si pone un imbuto.

L' aria del pallone, essendo riscaldata dall' acqua bollente, nella quale si trova immerso, si dilata per il canale G; e premendo col suo elaterio la superfizie dell' acqua ch' è nel vase AB, la fa uscire in forma di getto per lo picciolo canale E. Bisogna che il Pallone di rame sia almeno due volte altrettanto grande che il vase AB; imperocchè, come abbiamo detto di sopra, l' aria non si dilata se non d' un terzo, col calore dell' acqua bollente, e l' acqua non può bollire nella cassa che contiene il pallone.

Si potrà fare un piccolo getto simile a quello ch' è rappresentato dalla *Fig.* 19. se, in luogo di mettere la bottiglia nel vuoto, s' immerga in un bagno d' acqua bollente; ma allora conviene che la bottiglia o fiasco, sia di metallo, perchè il calore improvviso, o la grande dilatazione dell' aria nol faccia scoppiare in pezzi.

Se si vuol fare un gitto di fuoco, si adoprerà spirito di vino, o buona acquavite, e si terrà per lo spazio d' alcuni minuti, l' orifizio del vase otturato colla cima del dito, in altra guisa, per dar tempo al liquore di riscaldarsi un poco;

e con

4.
N
Fig. 22.
Fig. 23.
Q
R
S
T

e con la fiamma d'una candela s'accenderà il gitto quando spruzzerà fuori. Vedi la *Figura*. 26.

S'è veduto quì dianzi, che il calore aumenta il volume dell'aria, quand'è in libertà d'estendersi; da quello che segue s'imparerà, che la cagione medesima accresce il suo elaterio, quando il volume è da ostacoli rattenuto e fissato.

IX ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

ABC, *Fig.* 27. è un tubo di vetro, che ha un poco più di 4 piedi lunghezza, circa una linea di diametro internamente, ricurvo abbasso, e terminato da una pallottola cava e sottile, che ha 4 o 5 pollici di diametro. Vi si fa entro scorrere del mercurio, per empir solamente la curvatura DBC, ed in tal maniera ch'essendo l'istrumento ritto in piè, questo liquore sia in equilibrio con se medesimo nei due rami del tubo: per tal effetto ben si comprende, ch'è necessario che l'aria della palla non sia più condensata di quel che lo è l'aria dell'atmosfera nel momento dell'esperienza. Poscia si aggiugne del mercurio nella parte AD del tubo, fin a tanto che ve ne sia una colonna di 28 pollici, a computare dal livello, cioè dalla linea DC; e s'immerge tutta la parte inferiore in un bagno d'acqua bollente, di tal maniera che la palla ne sia intieramente coperta.

EF-

EFFETTI.

Immerso a questo modo l'istrumento, si solleva il mercurio 18 polllci ed alcune linee nel ramo più lungo del tubo, il che fa una colonna di circa 46 pollici, contando dal livello del mercurio nel ramo più corto.

SPIEGAZIONI.

Quando non vi è mercurio, se non nella piegatura del tubo, ed è in un ramo elevato del pari che nell'altro; l'aria della palla, è, per lo suo elaterio, in equilibrio col peso dell'atmosfera, che si suppone equivalente a 28. pollici di mercurio, nel tempo dell'esperienza. Li 28. pollici di mercurio, che si aggiungono dipoi nel ramo lungo del tubo, raddoppiano adunque cotesta pressione, e per conseguenza la densità dell'aria, ch'è nella palla; se quest'aria così compressa e immersa nell'acqua bollente divien capace di portare ancor 18 pollici ed 8 linee di mercurio, quest'è una prova, che un tal grado di calore aumenta d'un terzo il suo elaterio; imperocchè 18 pollici e 8 linee, sono appuntino la terza parte di 56 somma della doppia pressione, onde l'aria è caricata avanti l'immersione.

Essendo che li 18 pollici e 8 linee di mercurio si sollevano nel lungo ramo, a costo del mercurio ch'è nel ramo più corto, il volume dell'aria riscaldata cresce sempre un poco per due ragioni; primieramente perchè il mercurio che passa nell'altro ramo, gli lascia un poco di luo-

go

go per estendersi, secondariamente, perchè il vetro si dilata col calore, e la capacità della palla, diventa necessariamente un poco più grande, come lo farem vedere altrove: imperciò, scemando un poco la densità dell' aria, la forza del suo elaterio, accresciuta dal calore, non è del tutto sì grande, come sarebbe se il volume restasse costantemente ne' suoi limiti: però l' aumentazione della colonna di mercurio al di sopra delli 28 pollici, non giugne mai fino a 18 pollici e 8 linee; ma non vi manca che una piccola qnantità, quando si adopera un tubo assai sottile, rispetto alla capacità della palla.

E' dunque un fatto incontrastabile, che la forza dell' elaterio cresce d' un terzo per il calore dell' acqua bollente: ma qual è poi la ragione di questo fatto, e come avvien' egli che le parti dell' aria riscaldata acquistino più di rigidezza? L' esperienza non ce l' insegna. Si può dire nulladimeno, ragionando con plausibili congetture, che * „ l' azione del calore consiste, come l' abbiam già detto, in un infinità di picciole „ particelle agitatissime che penetrano i corpi. „ Quand' elleno entrano in una massa d' aria, „ n' aprono e ne sviluppano le laminette spirali, non solamente perchè e' sono nuovi corpi, alloggiati negl' interstizj di esse; ma principalmente perchè sono corpi che si muovono con molta violenza; di qua proviene l' aumentazione di cotesto volume d' aria. Che „ se ell' è chiusa in maniera, che non possa „ estendersi, le particelle di fuoco che tendono ad

* Hist. de l' Acad. des Sc. 1702 p. 3.

„ ad aprire le spirali, non le aprono, aumentano in conseguenza la forza loro elastica,
„ che cesserebbe s' elleno s' aprissero liberamente. Quando l' aria è condensata, vi sono più
„ particelle d' aria in un medesimo spazio, e
„ quando le particelle di fuoco vengono ad entrarvi esercitano dunque la loro azione sopra un maggior numero di particelle d' aria;
„ cioè, cagionano una maggiore dilatazione, o
„ un maggiore aumento di molla. Ora quando
„ l' aria è caricata d' un peso più grande, ell' è
„ più condensata; e per conseguenza, se non
„ può allora estendersi, come sempre si suppone, un medesimo grado di calore aumenta
„ maggiormente il suo elaterio.

APPLICAZIONI.

Precedendo, come nella esperienza precedente, s' osserva che l' aumentazione cagionata nella molla dell' aria dal calore dell' acqua bollente, è eguale al terzo del peso, ond' è l' aria allor caricata, se l' esperienza è fatta nella primavera o nell'autunno, tra il gran caldo e il gran freddo. Così l' aria che respiriamo, caricata sempre d' un peso eguale a quello di 28 pollici di mercurio a un di presso, essendo riscaldata dall' acqua bollente, accrescerebbe la forza del suo elaterio 9 pollici e 4 linee. Un' aria condensata al doppio, l' accrescerebbe 18 pollici 8 linee, che sono il terzo di 56. Reciprocamente un' aria sempre nell' istesso stato di condensazione, aumenterà differentemente il suo elaterio, secondo i differenti gradi di calore.

Il Sig. Amontons, a cui dobbiamo tale scoperta,

perta, n'ha fatta un' utile applicazione, con lavorare, appoggiato a questo principio, un termometro d'aria *, che io m'avviso essere stato il primo, in cui (a) i gradi del calore si riferissero ad un termine conosciuto; imperocchè, avanti di lui, così fatte sorte di strumenti null' altro insegnavano; se non che facea più freddo o più caldo, che in un altro luogo, e in un altro tempo, nel quale erano stati osservati; i termometri comparabili, hanno veduta la luce per opra sua; s' egli non li ha portati al grado di perfezione in cui son' oggidì, gli abbiamo però l' obbligo dell' averci messi sul sentiere.

Una stufa o fornello acceso in uua camera, ne rarefà senza dubbio l'aria, perchè quest' aria non è talmente rinchiusa, che non comunichi un poco con l' esterna per mezzo di piccoli passaggi o alle porte o alle finestre, che gli lasciano la libertà di estendersi; ma l' aria, abbenchè così rarefatta, e men densa che l' atmosfera, stassene in equilibrio non per tanto con essa, perchè riscaldandosi ella acquista un grado di molla, che la mette in istato di sostenere la pressione; la stessa cagione che diminuisce la densità, accresce altrettanto il suo elaterio, e l' un supplisce all' altro.

Non è già la medesima cosa, quando si fa del fuoco in un focolare; quivi l' aria si rarefà, senza che il suo elaterio cresca, perchè può facil-

* Mem. de l' Acad. des Sc. 1702.

(a) Si trova nelle Transazioni Filosof. num. 197. anno 1693. un Opuscolo dell' Halleio, che ha per oggetto di fare un Termometro comparabile in tutti i luoghi, e senza modello.

cilmente estendersi; l'equilibrio subito cessa tra le due colonne dell'atmosfera che corrispondono alle due estremità del tubo, o della canna; quella che pesa per da basso, avendo tutta la sua densità, supera l'altra, ch'è in parte rarefatta, e succede come una corrente d'aria dal basso all'insù; quest'è almeno quello che d'ordinario succede; noi averemo forse occasione di esaminare in altro luogo quai sieno le cagioni che possono impedire quest'effetto, e determinare l'aria a discendere per lo camino.

Di tutti gli usi che facciamo dell'aria, niuno ve n'è così frequente, così osservabile, e necessario, come quello del *respirare*. Circa 50 volte in un minuto; il petto si solleva e s'abbassa, e con questo moto alternativo, molto simile a quello d'un mantice che si fa oprare, e' si ristrigne e si dilata; dilatandosi, riceve l'aria esteriore, che premuta dal peso dell'atmosfera passa nelle vescicule de' polmoni; quando poi il petto s'abbassa, l'aria che non può più contenervisi, passa al di fuori, e porta via seco i vapori onde s'è caricata; la prima di queste due azioni si chiama *inspirazione*, la seconda *espirazione*; e l'una e l'altra sono talmente necessarie per la conservazione della vita, che non vi è alcun animale, che infallibilmente non perisca, quando gli è interdetto questo doppio movimento, o quando e' si priva d'un' aria capace di mantenerlo, come vedrassi nell' Esperienze seguenti.

X. ES-

X. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si cuopre d' un recipiente grande un colombo o qualche altro uccello, che ponesi su la piastretta d'una macchina pneumatica, e per rarefare a poco a poco l' aria, ch' è dintorno all' animale, si danno diverse pinte collo stantuffo. *Fig.* 28.

EFFETTI

Quando la densità dell' aria è diminuita appresso a poco della metà nel recipiente, l' uccello cade in convulsione; avviene bene spesso, ch' egli evacui pel becco, o per la via ordinaria delle feci; e si continua a fare il vuoto più esattamente, o pur se l' animale si lascia solo per alcuni minuti in tale stato, e' perisce senza rimedio; ma quando gli si restituisce prontamente l' aria, si rimette in breve spazio di tempo: questo suo rimettersi, per verità non è di lunga durata; io non ho veduto mai uccelli, e ne men altri animali, che abbiano a tale prova sopravivuto

XI. ES-

XI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In un gran vase di vetro quasi pieno d'acqua si mette un piccolo pesce vivo, e si cuopre il tutto con un grande recipiente sopra la macchina pneumatica. *Fig.* 29.

EFFETTI.

A misura che si fa il vacuo nel recipiente. veggonsi uscire delle bollicole d'aria di sotto dalle scaglie del pesce, per le alette, e per la bocca. L'animale stassene su la superficie dell' acqua, senza poter andare al fondo; vi muore finalmente; ma solo a capo di più ore di prova; e quando fassi rientrar l'aria nel recipiente, o prima o dopo della sua morte, egli va al fondo del vase, e non può rimontare alla superfizie.

SPIEGAZIONI.

La vita animale, come ognun sa, consiste principalmente nel moto del cuore: e nella circolazione del sangue. Ora se crediamo a' più valenti Anatomici, e se ci regoliamo su le loro osservazioni e su le loro esperienze, dir dobbiamo, che l'uno e l'altro è mantenuto dalla respirazione, o perchè l'aria che è sospinta ne' polmoni per lo peso dell'atmosfera, serve d' antagonista ai muscoli, che la natura impiega

per

per la respirazione, e premendo i vasi, ne'quali il sangue è stato portato per la contrazione del cuore, lo determina a ricorrere verso quella sorgente, per andare poi alle altre parti del corpo; o perchè l'aria divisa, e filtrata, dirò così, mescolasi col sangue, e circola con esso, avvivandolo col suo elaterio *: l'animale che non può respirare, non può dunque continuar a vivere.

L'uccello, che si è collocato in un'aria considerabilmente rarefatta, non respira più, perchè quest' aria non partecipa più del peso dell'atmosfera, da cui è separata; ed il suo elaterio è molto diminuito, insieme con la sua densità. Invano si dilata il petto; il fluido ch'è solito introdurvisi non ha più tanta forza; però il moto alternativo, chiamato la respirazione, non può più aver luogo, poichè delle due potenze, che lo producono, se ne toglie, o se ne indebolisce una, che è il peso, o la molla dell' aria.

Un'altra cagione che fa perire un animale nel vuoto, si è, che l'aria ch'egli ha nelle varie capacitadi, e negli stessi fluidi del suo corpo, si rarefà grandemente, quando ella non è più contenuta dalla pressione dell'aria esterna; imperocchè tutte queste porzioni d'aria dilatata, acquistando un volume molto più grande che quello ch' elleno hanno nello stato naturale, comprimono e rompono sovente le parti, ove si trovano ingaggiate, ovvero cagionano dell'ostruzioni ne' vasi, e fermano il corso degli umori. Per questo, senza dubbio, avviene che gli ani-

* M. Mery. Mem. de l' Acad. des Sc. 1700.

mali, applicati a tali prove, hanno d'ordinario delle nausee, o si vuotano per la bocca, o d'altra guisa; perocchè l'aria degl'intestini o dello stomaco, venendo a dilatarsi, sospigne, e caccia davanti a sè gli alimenti non digeriti, o gli escrementi che le chiudono il passo.

Dubitar non si può che ci sia dell'aria ne' corpi degli animali, anco di quelli, che la natura ha destinati a vivere nell'acqua; poichè si ved'ella uscire dal pesce, secondo che si fa il vuoto nel recipiente. E' probabile, che gli acquatici e gli anfibj respirino differentemente dagli altri animali che vivono di continuo nell'aria, poichè la privazione di quest' elemento, non li fa morire così prontamente; ma si dee credere, che quello che più accelera la lor morte nel vuoto, sia l'aria interna che si dilata e che mette tutto in disordine. Quella doppia vescicola, che trovasi ne' carpj, e ne' più degli altri pesci, in caso tale, distendesi, e fa gonfiare il corpo del pesce; di quì è, ch' egli a forza se ne sta sù la superfizie dell'acqua, finchè dura il vuoto, perchè allora egli è più leggiero del volume d'acqua a cui corrisponde ma precipita involontariamente al fondo, quando vi s'introduce di nuovo l'aria; perchè la vescicola, dilatandosi, s'è in parte vuotata, ed il resto dell'aria ch' ella contiene, quando ritorna la densità eguale a quella dell'atmosfera non è più capace di riempirla; del che è facile l'accertarsi, con aprire il corpo del pesce.

AP-

APPLICAZIONI.

Dalla ſpiegazione, poc' anzi data delle due precedenti eſperienze, appar manifeſto, che gli animali collocati nel vuoto, vi periſcono, per due principali ragioni: primieramente, per mancanza di reſpiro; in ſecondo luogo, per la dilatazione dell' aria, che ſi trova racchiuſa ne' loro corpi. Non differendo le ſpezie, ed i generi degli animali, ſolamente nella figura, e ne' coſtumi, ma ancora nella conformazione, nel numero e nella grandezza delle parti interne; egli è veriſimile che tutto quello che reſpira, non reſpira alla medeſima maniera; che in certi animali la reſpirazione debb' eſſere abbondante, e frequente: che in altri al contrario ella può farſi più lentamente e con un' aria più rara, almeno per un certo tempo. Ecco ſenza dubbio perchè di tanti animali di ſpezie diverſe, provati nel vuoto da Boile, dall' Accademia di Firenze, dal Derrham, dal Muſchenbroek, e da tanti altri Fiſici, alcuni muojono nello ſpazio di 30, o di 40 ſecondi, come quaſi tutti gli uccelli, i cani i gatti i conigli, i ſorci, ec, ed altri reggono ad un vuoto per più ore, tra quali, i peſci, i rettili per la maggior parte, e maſſimamente le rane, le quali talor reſiſtono a queſta prova per un giorno intero ſenza morire. Imperocchè vivendo queſti ultimi animali comodamente nell'acqua, non ſi può dire che abbiſognino di reſpirare nella foggia che reſpirano gli animali terreſtri; o forſe eglin' ſoſterrebbono il vuoto ancor più lungo tempo, ſe aveſſero ivi da ſoffrirſo-

lamente la privazion dell'aria, e se quella che hanno dentro del loro corpo, non sconcertasse l' economia delle parti, per la sua grande dilatazione, Quel che m' induce a così credere, si è, che li veggiamo gonfiarsi notabilmente, e che dopo la morte si trovano sempre in essi i polmoni flaccidi, e più pesanti che l'acqua.

Un'altra ragione, che si potrebbe allegare in favor di questa opinione, si è che quasi tutti gl'insetti, quelli eziandio, che vivono a tutt' aria aperta, le farfalle, le mosche, gli scarafaggi, soffrono, senza parire, una privazion d'aria talora per più giorni, senza dubbio perchè non avendo nel corpo se non piccolissimi volumi d' aria, che poco si dilatano, il vuoto non può riuscir loro mortale, fuorchè per il solo difetto di respirazione; e questi animaletti verisimilmente possono star lungo tempo senza respirare, almen l'aria crassa.

Siam d'accordo tuttavolta, che lo stato naturale di tutti questi animali, è di poter pigliar l'aria, e che fassi lor violenza privandoneli. Si vede il pesce slanciarsi da per sè stesso sù la superficie de'stagni, per pigliar nuova aria, e per riggettar quella, ch'egli ha presa innanzi. I Naturalisti dicono, ch'egli sa filtrare, ed appropriarsi quella ch'è disseminata nell'acqua; e quand'egli muore sotto il ghiaccio, si ha ragion di credere, che ciò avvenga per essergli mancata l'aria, poichè si sfugge quest'accidente quando si ha l'avvertenza di rompere il diaccio. Finalmente il pesce vive molto più lungo tempo nell'aria, e senz'acqua, di quel che faccia nell'acqua piena, se gli manca l'aria.

In conseguenza di quest'ultimo fatto, che e incon-

incontrastabile, eccone un altro, ch'io trovo appresso buoni autori, e ch'io stesso ho in Olanda e in Inghilterra inteso da molte persone di credito, e sincere. Dicesi, che sospendono colà in certe reticelle il pesce carpio, sopra il mosco umido, ed in luogo fresco, e che per due o tre settimane l'ingrassano con mica di pane bagnata nel latte. Se da questo racconto non si ha da dettrare nulla (*a*), chiaro è, che l'aria è più necessaria dell'acqua, anche al pesce, e che si può trarre a profitto come fondamentale e vero questo principio.

Alcuni Autori hanno osservato, che i cani, i gatti, i conigli ec. nati appena, non muojono nel vuoto così prontamente, come gli adulti delle loro spezie; lo che si fa, perchè la respirazione è più pressantamente necessaria per questi, che per quelli. A fin di ben conoscerne la differenza, convien sapere che avanti il lor nascere, una sola è la circolazione e per la madre, e per il feto. In questo, che non per anche respira, sen va il sangue dall'orecchietta destra, alla sinistra del cuore, mercè d'una comunicazione, che gli Anatomici chiamano, il *foro ovale*, e senza dover passare per il polmone, ove l'aria esterna non ha accesso: ma dopo la lor nascita, questo passaggio si chiude a poco

 a po-

(*a*) Io ho tentata senza riuscita due volte questa esperienza; ma non ne ho potuto conchiuder niente di certo, perchè i carpj, de' quali mi son servito, avevano sofferto per il lungo trasporto, ed anchè erano stati maltrattati dopo usciti dall'acqua. Non ho potuto far loro inghiottir niente: sono morti in men di 24 ore.

a poco, e la respirazione diventa necessaria per gonfiare le vescichette del polmone, e per far circolar il sangue nel nuovo animale, separato dalla sua madre, nella stessa guisa che la respirazione della madre lo facea circolare precedentemente nell'uno e nell'altro. Quindi è, che comunemente si conosce, se un bambino è morto prima di nascere, o se ha respirato, avanti di morire, mettendo il suo polmone nell'acqua; imperocchè, se sta a galla, quest'è segno che vi è dell'aria, e che il bambino ha respirato, lo che egli non ha potuto fare se non dopo nato. Quest'è una prova che la Giustizia metteva in uso, allorchè trattavasi di giudicare una madre, ch'era accusata d'avere uccilo il suo figliuolo, e che da questo delitto difendevasi, con sostenere ch'egli era venuto morto al mondo. Ma si è dipoi osservato, che in certi vasi il polmone d'un feto può galleggiare, e che quello d'un bambino appena nato può andare al fondo dell'acqua; il che rende questa esperienza insuffiziente per stabilir un giudizio di tale importanza.

Molti Anatomici * pretendono d'aver trovato il foro ovale, ancora aperto in alcuni adulti. Questa osservazione, che non vien messa in contesa quasi da niuno (*a*), può spiegare certi fatti, il racconto de' quali scompiglia i più creduli intelletti. Tale è la Storia del Giardiniere (*b*) di

* Hist. de l'Acad. des Sc. 1700.

(*a*) Cheselden celebre Anatomico di Londra, pretende che tutti quelli che hanno creduto di vedere il foro ovale negli adulti, si sono ingannati prendendo per questo foro l'apertura delle vene coronarie. *Derham. Theol. Phys. l. 4. c. 7.*

(*b*) una persona del paese nobile e dotta, m'ha

di Troningholm in Svezia, che si dice essere stato per 16 ore perduto nell'acqua, e sotto il ghiaccio; senz'annegarsi; tale è quella d'un certo Lorenzo Giona, che vi stette, per quanto dicesi, sette settimane senza morire l'una e l'altra sonno raccontate da Pecklin * sopra autentici testimonj. Io per me sento che si penerà a crederle; ma tuttavolta, se è vero che si possa vivere quanto può circolare il sangue, che la circolazione si faccia liberamente senza respirar l'aria, in quelli che hanno il foro ovale tuttor' aperto, e che questo foro sia stato osservato in alcuni adulti, non sarebbe impossibile che di questi fatti straordinarj s'incontrassero.

Si crederà più facilmente quel che raccontasi di molte persone, le quali sono state per ordine della Giustizia, o d'altra guisa strangolate, e che si son trovate vive, dopo d'averle staccate dalla forca; questi esempj s'incontrano più frequentemente, e molti vengono bastevolmente attestati. Pur egli appare, esservi negl'impiccati più cagioni di morte, che negli annegati; la legatura del collo che stringe e sforza i vasi, gli sforzi che si fanno su questa parte, sì per lo peso del corpo, come per quello che vi si aggiugne; i colpi ed i moti differenti, che l'esecutore adopra per effettuare il supplizio: se ad onta di tutto questo, trovansi di quando in quando alcuni di tali sciagurati che ritornano in vi-

affermato che questo fatto si tiene per certissimo in Svezia; ma egli è accaduto, non già a Troningholm, ma a Stromsholm, soggiorno ordinario della Corte.

* *De aeris natura, & alim. Def. r.13.*

ta (*a*), quasi crederei, che si potrebbe ancor salvare molti annegati, i quali per breve spazio di tempo sono stati nell' acqua, e che si giudicano morti da segni molte volte equivoci; o che con ajuti inopportuni si finiscon di uccidere. Chiamo ajuti inopportuni, e mal diretti, quel tenerli sospesi colla testa in giù e bene spesso in un' aria fredda; sarebbe meglio provar di rinvigorire il sangue con un calor mite, con liquori spiritosi, con fregagioni, e tenerli in una situazione naturale e comoda; imperocchè hanno inghiottita poc' acqua, e quella che hanno nello stomaco, non è il male più pressante, od il più reale.

Se la respirazione manca agli animali nel vuoto, od in un' aria considerabilmente rarefatta ell'a diventa altresì difficile e penosa in un' aria condensata più del suo ordinario. Li Sigg. Derhan, e Muschenbroek hanno messi degli uccelli, e de' pesci in un' aria due o tre volte più condensata, di quel ch' ell' è comunemente per lo peso dell'atmosfera, e questi animali, la maggior parte, vi son periti in 5 o 6 ore: dubitar non si debbe, che lor non si sia fatta violenza, nel romper così l' equilibrio tra l' aria interna del loro

(*a*) Questi suppliziati scampano dalla morte, o perchè lo strangolamento ha durato troppo poco, nè ha potuto spegnere affatto in essi il principio vitale; o perchè la corda, in vece di strignere gli anelli della trachea, ha portato il suo sforzo sopra la cartilagine *scutiforme*, che volgarmente è nomata il nodo della gola, e ch' è capace d'una grandissima resistenza in cert' uni; sicchè la respirazione non è stata intieramente interrotta

loro corpo, e quella che li attorniava; e che non aveſſero avuto ancora più da patire, ſe foſſero ſtati meſſi in un'aria eccessivamente compreſſa. Ma non ſi crederà già, che una doppia od una triplicata condenſazione ſia ſtata la principal cauſa della lor morte, quando ſi ſaprà, che animali delle ſteſſe ſpezie non vivono niente più a lungo in un'aria della temperatura e della denſità dell'atmosfera, ſe ſol manca a queſt'aria, d'eſſere rinnovata.

Queſt'è un fatto avverato e comprovato dall'eſperienza, e che dai Fiſici ſi ſpiega in diverſe maniere. Gli uni pretendono (e queſti è il maggior numero) che l'aria ch'è ſtata reſpirata, ſia caricata de' vapori e dell'eſalazioni, delle quali ell'ha purgato il ſague; e che non può ella eſſere in tale ſtato più reſpirata, ſenza cagionare una soprabbondanza di quelle parti nocive, che fermano la circolazione, e che ſoffocano l'animale. Gli altri ſtimando con ragione, che l'aria non ſia buona alla reſpirazione, ſe non in quanto ell'è elaſtica, credono ch'ella perda una gran parte del ſuo elaterio, col dimorar ch'ella fa nei polmoni, o nei vaſi ſanguigni; e che così, per reſpirarla ſanamente, biſogna o ch'ella ſi rinnovi, o che ſia purgata dalle parti eterogenee, delle quali ella ſcorgeſi viſibilmente carica nel momento dell'Eſpirazione. Si può a tale propoſito vedere quanto è riferito dal Sig. Hales, nella ſua *Statica de' Vegetabili*, *c.* 6. *Eſp.* 107. &c. dove ſi troveranno oſſervazioni curioſiſſime.

Comunque la coſa ſia, la prudenza eſige che l'uom non ſi eſponga ad un'aria, la quale viene ſoſpettata d'eſſere infetta d'una grande quantità

di

di esalazioni, massimamente di quelle, che sono sulfuree. Le cloache, che lungo tempo sono rimaste chiuse; i sotterranei contigui alle miniere; i luoghi serrati, ove s'è tenuto del carbone acceso; le cantine, nelle quali fermentano i vini nuovi o la bira, sono d'un estremo pericolo*. Giudicar se ne può da quella famosa grotta d'Italia, nella quale un cane, o qualunque altro animale, non può restar per un minuto senza soffocarsi; prendasene pure argomento da quel funesto e memorabil caso, avvenuto a Sciartres **, nella stanza bassa d'un Fornajo, dove 7 persone furono all'improviso soffocate, l'una dopo l'altra, dal vapore delle brage; e finalmente da tanti e tanti operaj, che sappiamo essere periti, o scavando fosse,o nettando de' vecchi pozzi. L'uso delle stufe può esser anch' egli pernicioso, sopra tutto ne' principj, quand' elleno sono di ferro o di rame, e quando si scaldano gagliardamente; quest' ultimo metallo può gettar nell'aria delle esalazioni molto nocive.

Non solamente si deve schivare cotest'aria avvelenata, i cui effetti sono così pronti; ma la prudenza potrebbe giugnere sino a purificare o rinovare almeno l'aria, che si è costretto di respirare. Perchè, a cagion d'esempio, non si vorrà usare quest'avvertenza, trattandosi di vasi usuali, di sale di concorso e di spettacolo, di miniere, e d'Ospitali? Molti valenti Fisici

* *Camerar. in Epist. Taurinensibus.*
** Hist. de l'Academ. des Sc. 1710.

ci * ne hanno già ricordati i mezzi; e se ne son fatte le prove con bella riuscita. Io credo eziandio, che coloro, i quali se ne stanno per 9 o 10 ore nel letto, dovrebbon usare l'attenzione di non giacervi serrati da cortine troppo dense, e troppo pontualmente chiuse; imperocchè non è sano starsene così a lungo in una piccola massa d'aria, che non si rinnova abbastanza, e la cui purità vien' alterata dalla trasspirazione insensibile, e dalla respirazione.

Se si potesse purificar l'aria con tanta facilità come si può rinnovarla, non v'ha dubbio che nol si dovesse fare con cura attentissima in parecchie occasioni; e ci parrebbe somma fortuna, se tutto terminasse a farne solamente conoscere l'utilità. Giudichiamo del nostro elemento, come facciam di quello de' pesci; se l'acqua d'un vivajo o d'uno stagno diventa infetta, non vediam noi il pesce languire? e quanto poco sta ella a introdurvisi la mortalità? A che dobbiamo noi attribuire le malattie epidemiche, i cui sintomi sono gli stessi in soggetti che vivono diversamente affatto gli uni dagli altri, in un fanciullo, in un adulto, i un principe, in un contadino, ec. Forse all'alimento, al genere di vita, all'età, al temperamento? O non più tosto alle qualitadi attuali dell'aria, che respirano tutti in comune? Non si ved'egli comunicarsi sovente d'uno in altro tali contagioni, o pur dissiparsi e finire, mercè de' venti, o d'altre mutazioni dell'atmosfera?

Boi-

* Desaguilliers Transact. Philos. num. 487. Hales, description du Ventilateur per le moyen du quel ec. trad. en Franç. Par M. Demours.

Boile, nelle sue Sperienze Fisico-mecanice (*Esp.* 41.) fa menzione d'un liquore volatilissimo, di cui si serviva Drebellio per purgar l'aria in una spezie di vase, da lui escogitato, per andare tra due acque; imperocchè si sapeva già, che un' aria ch'era stata respirata, diveniva in poco tempo incapace di più respirarsi:) trovansi degli Autori * che dicono d'aver veduto il vase, che l'hanno eziandio imitato con poca riuscita, e la testimonianza de' quali non ci fa molto dogliosi d'aver perduta l'invenzione. Ma in quanto al liquore che meriterebbe molti elogj, e da cui si potrebbono cavare grandi avantaggi, se non ne fosse coll'autore, morto il secreto; niuno dice d'averlo veduto, e credo che sia lecito dubitare almeno di tale prodigio.

Se pur possiam lusingarci di purgar l'aria, io penso che non vi giugneremo, fuorchè per mezzo di qualche filtrazione, obbligandola a passare per qualche materia, dov' ella possa deporre quanto contiene d'estraneo: ma bisogna per tal effetto, che quello di cui si vuol spogliarla, sia atto nato ad attaccarsi più fortemente al filtro che alle parti dell'aria; la cognizione di quest'analogia debb'essere il frutto d'un gran numero d'esperienze sottili e dilicate, e d'osservazioni studiate attentamente; ma l'oggetto è d'importanza, e molti abili maestri han ** fatte già alcune prove, che lusingan le nostre speranze: indotto da questa considera-zione,

* Papin recueil de diverses pieces, ec. edit. 1695.

**Hales Stat. des Vegetab. chap. 6. exper. 116. Muschenbroek orat. de meth. instituendi Exper. Phys. p. 28.

zione, io ho voluto arrischiarmi a proporre un istrumento da lavar l'aria, e da raccogliere le materie, onde può ella essere caricata. *Vegganfi le Mem. dell' Accademia delle Scienze per l'anno* 1741. *p.* 335.

Ci sarebbono ancora molte cose da dire delle proprietà dell'aria, e de' suoi usi in ordine alla respirazione, ed alla maniera ond'ella influisce sopra la vita degli animali; ma questi divisamenti, abbenchè rilevanti e curiosi, non ponno aver luogo fuorchè in un trattato, nel quale s' avesse intrapreso d'inserire tutto quel ch'è cognito circa questo fluido: i limiti che mi ho prescritto in queste Lezioni non mi permettono di maggiormente diffondermi su questa parte; e perciò passo ad un'altra proprietà dell' aria, ch'è pur molto importante, per le applicazioni che se ne possono fare. Proverò con fatti che le materie le più combustibili non possono infiammarsi, fuorchè in un'aria libera; e che quando infiammate sono, prontamente si estinguono nel vuoto.

XII. ESPERINZA.

PREPARAZIONE.

Pongasi su la piastretta d' una macchina pneumatica, e sotto un grande recipiente, una grossa candela ben accesa, *Figura* 30. e si metta in opera l'istrumento.

EF-

EFFETTI.

L'effetto ſarà, che ſecondo che ſi rarefarà l'aria, la fiamma ſi diminuirà di volume, e dopo alcune pinte dello ſtantuffo, ſi eſtinguerà affatto.

XIII. ESPERIENZA.

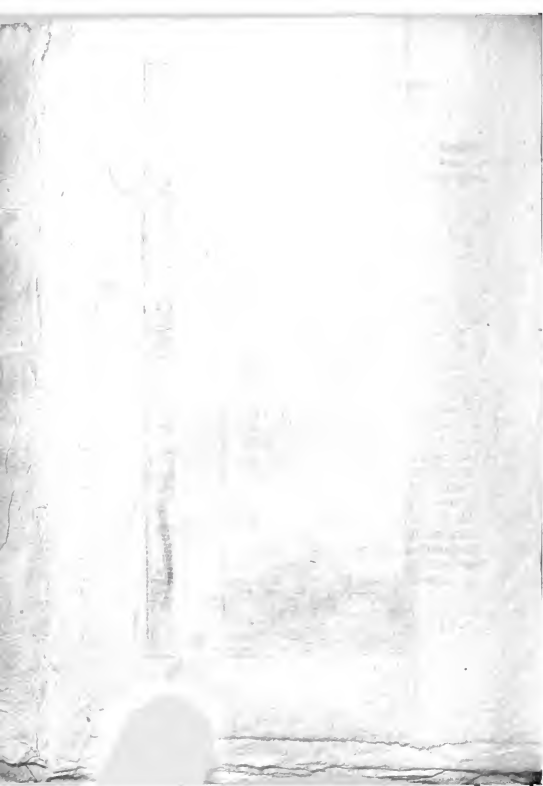
PREPARAZIONE.

A B, *Figura* 31. ſono due pietre focaje, portate da due piccoli ſtanti diritti e con molla; i quali ſono poſti e fermati ſu la piaſtretta d'una macchina pneumatica, per mezzo d'un piccolo telajo di metallo, fiſſo nel centro, e nel quale eſſi ſtanti, o paletti diritti, e perpendicolari ſcorrono, per approſſimarſi più o meno l'uno all'altro; C è un di quei boſſoletti di pelli, de' quali abbiam parlato di ſopra, e il cui gambo ſta ingaggiato da una parte nell'aſſe della carrucola D, e porta nell'altra ſua eſtremità, e fra le due pietre, un brochieretto d'acciajo temperato, imperfettamente ritondo. Quando ſi fa girare la ruota grande E F; il moto ſi comunica per le carrucole d'incontro G, G, D, ſino in C; e ſi traſmette per lo gambo nel recipiente; e il brochieretto d'acciajo, sfregando allora fortemente nelle due pietre che ſono taglienti, fa l'uficio d'un vero acciarino.

9.

Fig. 30.

Fig. 25.

Fig. 31.

EFFETTI.

Finchè l'aria del recipiente è nel suo stato naturale, lo sfregamento od attrito dell'acciajo nelle pietre, fa nascere un gran numero di scintille risplendentissime: a misura che l'aria si rarefà per l'azione della tromba, queste scintille scemano di numero e di splendore; quando l'aria giugne agli ultimi suoi gradi di rarefazione, appena se ne vedono alcune, e queste con un colore smorto: finalmente, quando il vuoto è quanto grande può essere, non se ne vede più alcuna; ma poi ricominciano se si fa rientrar l'aria nel recipiente.

XIV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In un grande recipente, *Figura* 32. munito, come il predetto nella XIII. Esper. d'un bossoletto di pelli, si ferma nell'istessa maniera, che le pietre focaie, un telaretto di metallo, nel quale si muove su due perni la piccola ampolla di vetro H: mettonsi in questo piccolo vase alcuni grani di polvere da archibugio; e nel centro della piastretta, sopra un pezzo di mattone, un vase assai grosso di rame K, che col fuoco si è fatto rovente: quindi con tutta prontezza si fa il vacuo; e quando l'aria è estremamente rarefatta, abbassando il gambo I, si preme sulla boccuccia dell'ampolla, la qual s'inclina, e getta la polvere nel vaso ardente.

EF-

EFFETTI.

La polvere, in vece d' infiammarsi, e di fare la sua esplosione ordinaria, si dissipa in fumo, e senza scoppio; ovvero, non appare al più, se non se una piccola fiamma smorta e strisciante.

SPIEGAZIONI:

E' un'opinione ricevuta in Fisica, che la fiamma consiste in un moto di vibrazione, impresso alle parti del corpo combustibile, che si dissipano sotto la forma d' un fluido sottilissimo. Ammessa questa supposizione, ch' esamineremo quando trattaremo della natura del fuoco; s'intende facilmente perchè i corpi non s' infiammino nel vacuo, e perchè la fiamma quivi si estingua; imperocchè un moto di vibrazione non può durare fuorchè in un mezzo elastico, capace d' una reazione che lo mantenga: così la candela s' estingue a poco a poco, a misura che si rarefà l' aria del recipiente, perche la molla del fluido ambiente si diminuisce come la sua densità, e le vibrazioni della fiamma non provano più tanta reazione dal fluido aereo. Per la stessa ragione, la polvere che si fa cadere sopra il metallo ardente, non produce altro che fumo nel vuoto, o al più una fiamma debolissima, che muore subito.

Giova però avvertire, che quest' ultima prova non si debbe fare se non con alcuni grani di polvere solamente, come si è detto nell' articolo della preparazione; imperocchè il solfo ed il

il sal nitro abbrucciati producon dell' aria nel' recipiente, e se ne impiegassimo una quantità, quello che alla fine ne cadesse nel vase ardente, prenderebbe infallibilmente fuoco, e potrebbe scoppiar con pericolo.

Le scintille che nascono dalla percussione dell' acciaio nelle pietre focaie taglienti, sono particelle del metallo, che si distaccano dalla massa per la violenza del colpo, che si riscaldano, fino a divenir rosse, e per lo più fino a fondersi; di che è facile restar convinto, ricevendole sopra una carta bianca, che poi si esamina con un microscoppio; imperocchè tutti que' piccoli pezzi d'acciaio appaiono come tante pallottoline liscie, il che dinota visibilmente, che sono stati messi in fusione, e che si son rotondati, come avviene a tutte le materie liquide, che nuotano in piccola quantità in un mezzo fluido.

Si può osservare che molte di queste scintille risplendono e scoppiano nell'aria, rappresentando un fuoco molto più bello e vivo dell' altre; e son quelle che passano oltre la fusione, e che s'infiammano fino alla dissipazione di parti; elleno si distinguono facilmente su la carta dal loro colore ch'è più bruno, e perchè sono friabili, come la scoria del ferro.

Il Muschenbroechio, dopo il Boile, l'Hughens, e molti altri Fisici, ha fatte moltissime prove sopra l'accendimento de' corpi nel vacuo; e se ne può vedere la descrizione ne' suoi Commentarj su le sperienze Firentine, *pag. 74. e segu.* Questa lettura sarà utilissima a coloro che si danno allo studio della Fisica; non senza dispiacere io m'esimo qui dal riferirle.

APPLICAZIONI.

Poichè la fiamma non può nascere e mantenersi, fuorchè in un mezzo elastico, maraviglia non ci dee prendere, se una candella acccesa, od un carbone ardente si estingue, allorchè viene immerso ne' liquori i più infiammabli, come sono lo spirito di vino, e gli olj; e che l'una o l'altro appicchi in un subito il fuoco a questi medesimi liquori, quando son ridotti in vapori. Imperocchè in quest'ultimo stato eglino sono misti con l'aria, e formano con essa un fluido elastico, capace per conseguenza d'una reazione, quale abbisogna per mantenere l'accendimento; laddove nello stato di liquori son eglino così poco compressibili, che si dee riputarli sproveduti del grado d'elasticità necessaria.

Il fuoco arde e abbrucia molto meglio, e il legno si consuma molto più prontamente ne' gran freddi, che in qualunque altro tempo, probabilmente perchè l'aria è più densa; ed ha più d'elaterio; ed al contrario si osserva, che un scaldino pieno di carbone acceso, si estingue presto, se è esposto ai raggi del Sole, massimamente nella State.

Che si debb' egli credere di quelle lampade sepolcrali degli antichi, le quali, se prestiam fede ad alcuni autori, ardevano per più secoli senz'estiguersi? Un fuoco che non consuma il suo alimento; e che si mantiene in luoghi, dove l'aria non si rinova, pieni di crassi vapori, è una maraviglia, di cui bisognerebbe verificar l'esistenza con prove più positive, di tutte quelle, che ne abbiamo, prima di addossarci

farci l'aſſunto d'una ſpiegazione, che ſi ſtenterebbe a rendere plauſibile. Imperocchè non baſta che vi ſia dell'aria attorno delle materie infiammate, per mantenere il fuoco, biſogna inoltre che queſt'aria ſia libera, e che abbia una certa purità: ed ecco perchè gl'incendj ordinariamente ceſſano, quando cominciano in luoghi che ſi poſſono otturare da tutte le parti, ſe per altro le parti ſono capaci di reſiſtere agli sforzi dell'aria e de' vapori che ſi dilatano al di dentro.

Quantunque un' aria rinnovata mantenga la fiamma, ed ecciti l'infuocamento, nulladimeno il ſoffio della bocca: o il vento eſtingue una candela, perchè diſſipa le parti della fiamma, e ſepara il fuoco dal ſuo alimento: ogni volta che non ſegue tale diſſipazione, la fiamma non ſolamente non ceſſa, ma s' aumenta.

Debbo ancora avvertire, che non ſi hanno da deſtare le infiammazioni nel vuoto, ſe non con molti riguardi; e maſſimamente quelle che debbon naſcere dalla fermentazione: imperocchè, eſſendo, i liquori, che a tale effetto deſtinanſi, tanto più attivi, quanto ſon meno rattenuti e sforzati dal peſo dell'atmoſfera, la loro eſploſione debb'eſſere naturalmente più gagliarda nel vuoto che altrove; o ſia che producano, fermentando, una grande quantità d'aria, il cui elaterio ſubito diſpiegaſi, ſicome, è paruto ad alcuni Fiſici; * o, ch'eſſendo ridotti in vapori, ſi dilatino per il loro proprio accendimento. Tuttochè io non diſapprovi la prima di queſte

* Slare, nelle Lezioni di Fiſica di Cotes, 16. Lez.

due ſpiegazioni, credo però, che ſi ritroverà maggiore veriſimiglianza nella ſeconda, quando averò fatte vedere altrove i prodigioſi sforzi, onde capaci ſono i vapori dilatati.

Noi abbiamo ſcorſe ſin ad ora le principali proprietà dell'aria che circonda i corpi; ma queſto fluido s'incontra parimenti nell'interno de' corpi medeſimi, ne riempie i vacui, entra, per così dire, nella loro compoſizione, come l'acqua d'uno ſtagno o d'un fiume penetra il legno, e le pietre, che vi ſono immerſe, ed ha il ſuo luogo nelle concrezioni che i vi ſi formano.

In qualunque ſtato che ſieno i corpi, vi ſi attrova dell'aria; i liquori ne contengono molta, i corpi ſolidi, per la maggior parte, ne hanno ancora di più; ed il maraviglioſo ſi è, che ſopra tutto in queſti, la quantità d'aria che vi ſi attrova rinchiuſa, eccede bene ſpeſſo 100. o 150 volte il loro volume, quando è da eſſi ſviluppata, nè è più ritenuta fuorchè dal peſo dell'atmoſfera.

Si può tor via l'aria da un corpo in quattro maniere differenti; 1. tenendolo qualche tempo nel vuoto; 2. facendolo forte riſcaldare; in 3. luogo, dividendolo, e diſunindo le ſue parti, per via di fermentazione, di diſſoluzione, o di diſtillazione: ed in 4. luogo finalmente, facendolo paſſare dallo ſtato di liquidità; a quello di ſolidità, come quando ſi fa gelar l'acqua. Co' due primi mezzi, e forſe col quarto, ſi ſviluppano ſolamente le parti più craſſe dell' aria; cioè quella ch'è ne' pori più aperti, e che ha una diſpoſizione più proſſima a ſtenderſi e dilatarſi. Col terzo modo, ſi ſeparano le parti più

più piccole, quelle, che una somma tenuità rende quasi inflessibili, e che allor solo diventano sensibilmente elastiche, quando sono molte insieme riunite e raccolte, per formare de' globetti un po' più grossi: imperocchè si può credere, che le laminette componenti una massa d'aria, non sono corpi semplici, ma piccoli composti d'elementi più corti; e ch'elleno sono tanto più dure e rigide, quanto sono più divise; siccome una lamina d'acciaio perde della sua flessibilità, a misura che si diminuisce la sua lunghezza. Può darsi, che l'aria, che entra nella composizione de' misti, e che concorre alla formazione delle loro parti integranti, sia divisa sino alle sue particelle elementari, e che perciò appunto ella sia molto diversa da quella, che riempie solo i vuoti, od i pori di queste istesse materie.

A quest' aria estratta da' corpi, il Boile, e dopo lui il Sig. Hales, hanno dato il nome di *fattizia*; non già ch' eglino abbian creduto, che si potesse far dell'aria con la conversione d'una materia in un'altra; ma perchè quella ch'esiste in un dato corpo, e ch' è intimamente con esso framischiata, si revivifica, dirò così, ordinariamente con l' ajuto dell' arte. Si può vedere nelle Opere de' citati due autori *, la descrizione particolare delle Sperienze, ch'eglino han fatte su questa materia; e le conseguenze, che ne han dedotte. Io qui mi ristrignerò ad alcuni esempj, che potranno bastare, per dare un idea di quest'

O 3 aria

* *Boyle*, *Esperim. Phys. Mechan. continuatio*. *Hales*, *Stat. des Veget. ch.* 6. e nell'apendice, Esp. 2. e segu.

aria fattizia, delle qualitadi che ella ha, e degli effetti, ond'ellla è capace.

XV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Convien mettere in un bicchier di vetro, con del l'acqua chiara, un pezzo di legno o di pietra, una noce, un ovo, o qualunque altro corpo solido e poroso; di maniera che stia sommerso affatto; lo che farassi agevolmente col mezzo d'un piombo, che gli si unirà, se le materie che s'hanno da immergere, saran più leggere dell'acqua. Cuopresi il tutto d'un recipiente sopra la piastretta della macchina pneumatica, e si fa oprar la tromba per rarefar l'aria. *Fig.* 23.

EFFETTI.

Ad ogni pinta dello stantuffo, si potrà osservare ch'esce una gran quantità di bollicole d'aria dal corpo immerso; e quando egli s'aprirà dopo tale prova, troverassi penetrato e riempiuto d'acqua, più di quello ch'essere il potrebbe con una semplice immersione.

SPIEGAZIONI.

L'aria ch'è rinchiusa ne'pori del legno, della pietra, &c. è per lo meno così densa come quella dell'atmosfera, di cui suole sostenere il peso: dacchè questa pressione è tolta, o diminuita con l'azione della tromba, cotest'aria si dila-

dilata in virtù del suo elaterio, il suo volume cresce, e non potendo più annicchiarsi in quegli piccoli spazj, dov'ell'è, scappa nell'acqua, e si fa visibile sotto la forma di piccoli globetti, che prontamente si sollevano, a cagione della loro leggierezza rispettiva.

L'aria che passa dal corpo solido nell'acqua che lo circonda, si forma in piccole bolle; e quest' effetto segue generalmente in ogni fluido, che trovasi immerso in un altro fluido, col quale stenta a mescolarsi; probabilmente perchè le sue parti egualmente premute d' ogn' intorno, tendon ad un centro comune. So bene, che contro questa ragione si obbietta, che le gocce d' acqua o di mercurio restan rotonde nel vacuo Boileano; ma so altresì, che questo vacuo non è tale, se parlar vogliamo propriamente; nè altro si può pretendere alla fine, se non, che ivi sia minore che altrove la pressione: ma l' effetto di cui si favella, dipende assai meno da una pressione più o men grande, che da una pressione eguale da ogni parte, la qual non può negarsi in un vase, dove si sa che l'aria grossiera non è se non rarefatta, e nel quale tutti convengono, che vi sia sempre un fluido, indipendentemente da quello che uscir si fa coll' azion della macchina pneumatica.

Quando si rintroduce l'aria nel recipiente, l'acqua del bicchiere si trova più compressa, di quel ch'ell'era nell'aria rarefatta; ella pesa per conseguenza d'avantaggio sopra tutta la superficie del corpo immerso. L'aria ch'è stata rarefatta ne' pori di questo, cedendo a questa nuova pressione, si ristringe in un minore spazio, e l'acqua va ad occupare i vuoti che l'

aria ha lasciati. Ecco perchè questi corpi aperti dopo la sperienza, appaiono penetrati o ripieni d'acqua.

XVI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si mette, sotto il recipiente d'una macchina pneumatica, un bicchiere di vetro più lungo che largo, e pieno fino a due terzi, di bira, di latte, di spirito di vino, o d'acqua un po' tepida, e si fa oprar la tromba.

EFFETTI.

A misura che l'aria del recipiente si rarefà, quella ch'è contenuta nel liquore, svilluppasi, e s'innalza alla superfizie in forma di bollicole, che crescono sempre più in numero e in grandezza: quelle dello spirito di vino, e dell'acqua, fanno un'ebullizione che dura per qualche tempo; e se si continua a fare il vuoto, quest'effetto cessa finalmente, e non si vede più uscir aria: la bira ed il latte si sollevano in schiuma, e si spargono fuori del vase. Vedi la *Fig.* 34.

SPIEGAZIONI.

Anche sopprimendo appunto la pressione dell'aria esterna, si da adito a quella ch'è diffusa nel liquore, di svilupparsi; imperocchè non essendo più caricata come prima, ell'acquista un mag-

maggior volume, e la sua leggerezza rispettiva più possente allora, che l'attrito e le altre cause tendenti a rattenerla, non manca di sollevarla verso la superficie.

Quanto più è il liquore facile a dividersi, quanto più le bollicole d'aria si sollevano prontamente, tanto più altresì s' ingrandiscono, perchè trovano men di resistenza da vincere: e però, quando il recipiente è evacuato ad un certo segno lo spirito di vino, e l'acqua tepida, che sono fluidissimi, lasciano tutt'in un tratto scappar l'aria loro, che sollevali in onde, o gorgogli. La bira ed il latte al contrario essendo liquori viscosi, non si dividono se non difficilmente: le bollicole d'aria, che vi formano, restano involte da vescichette, e si sollevano lentamente, e però che queste vescichette altro non sono, che le parti stesse del liquore, che stentano a separarsi, le bollicole d'aria, trasportandole, vuotano il vase.

APPLICAZIONI.

Molti s'immaginano, che i corpi generalmente si conservino lunghissimo tempo nel vuoto; ma ciò non è vero affatto. Quelli bensì che di lor natura atti sono a dividersi mercè l'evaporazione d'una parte della loro sostanza, od a corrompersi per l'umidità, che potrebbe penetrarli, periscono d'ordinario men presto nel vuoto che nell'aria libera, perchè non sono più attorniati da un fluido, che fa, come abbiam detto *, la funzione d'una spugna o d'un assorbente,

* Tom. II. pag. 80.

bente, e ch' è sempre carico di vapori: ma non è così di que' corpi, che portano in se stessi un principo di fermentazione, imperocchè primieramente nel perdere l' aria, che riempie i loro pori, più libero diventa il moto intestino delle loro parti; in secondo luogo, questa libertà cresce ancora per la soppressione del peso, o dell' elaterio dell' aria esterna; il che mi fa credere, che le materie di quest' ultima spezie, meglio si conserverebbono in un' aria compressa, che nel vuoto.

Il vino di Borgogna, quando ha passato l' Alpi, non ha l' istesso corpo, che quello che si beve in Francia; pare meno colorato e più scintillante: potrebbe forse ciò avvenire, perchè passando l' alpi, che son alte montagne, dove la pressione dell' atmosfera è men grande che nel piano, avesse un poco patito, mercè d' un qualche principio di fermentazione? Io lo sospetterei tanto più facilmente, quanto che, avendo tenuto una fiata per alcuni giorni in un' aria poco rarefatta, una bottiglia di vino, nel turacciollo della quale avevo fatto un piccolo foro, lo trovai un po indebolito, e simile appresso a poco a quello che avevo assaggiato in Piemonte. Debbo tuttavolta soggiugnere, che molte persone degne di fede m' hanno accertato, che il vino di Borgogna, che va per mare in Italia, è soggetto a simili cambiamenti: il medesimo effetto può essere prodotto da diverse cagioni.

L' aria che si sviluppa da un liquore, ne accresce necessariamente il volume, sin che ne sia affatto uscita, perchè i globuli insensibili ch' erano alluogati ne' pori, riunendosi molti assieme,

me, formano maſſe più grandi, che occupano nuovi luoghi nel liquore: come, ſe l'acqua che ſenza difficoltà ſi fa entrare in un bicchiere pieno di ceneri o di arena, tutt' in un tratto ſi convertiſſe in molti piccoli diacciuoli della groſſezza di un cece, ben ſi capiſce che la maſſa totale allora ſarebbe sì grande che non potrebbe eſſere contenuta nel medeſimo vaſe. L' aria ſi ſviluppa parimenti ne' liquori che fermentano, e lo sforzo ch' ella fa per aumentare il volume, fa rompere bene ſpeſſo i vaſi che li contengono.

E' inutile propor quì alcuna eſperienza, per provare che ſi può far uſcir l' aria d' una materia, facendola ſcaldare fortemente; noi abbiamo tutto dì ſotto gli occhi, aſſai eſempj di queſto ſecondo metodo, nella preparazione de' noſtri alimenti; ſi ſente, e ſi vede anco uſcir l' aria dalle vivande, e da' frutti che ſi fan cuocere, dal legno verde, che ſi mette ſul fuoco, dall' acqua, e dagli liquori, che ſi fan bollire. Le prime ebullizioni, o i primi gorgogli devono eſſere attribuiti alle parti più groſſiere dell' aria, che dilatate dal calore in un fluido, che ſi dilata egli ſteſſo, creſcono in volume, e ſollevano con violenza ciò che s' oppone alla loro eſtenſione, ed alla loro aſceſa. Dico i primi gorgogli; imperocchè moſtrerò parlando del fuoco e de' ſuoi effetti, che un liquore, che continua a bollire fin' all' intera evaporazione, nol fa in virtù d' una quantità d' aria tanto conſiderabile, che dia materia fino alla fine dell' ebullizione. Ma quando l' aria eſce da un liquore, che ſi riſcalda, vedeſi appreſſo a poco l' iſteſſo effetto, che nel vuoto; le bollicole che ſi formano,

mano, tanto più durano fatica a svilupparsi, quanto è più difficile a rompere o a distendere la materia che le inviluppa; elleno si separano dunque, e si sollevano più lentamente nel latte, che nell' acqua, e l' azione del fuoco che tende a dilatarle, opra più lungo tempo sopra ciascheduna, e nel medesimo tempo sopra un maggior numero; il perchè, tali liquori, come pure il burro, le resine e le gomme liquefatte, a poco a poco si gonfiano, e ingannano con subite effervescenze di sommo pericolo, quelli che poco ci badano nel riscaldarle.

In quella guisa appresso a poco, che l' acqua esce da una spugna ammollata, la quale si spreme, l' aria altresì si sviluppa da tutte le materie, le cui parti si ravvicinano e si condensano fortemente: di rado ce n' accorgiamo ne' solidi, perchè essendo comunemente immersi nell' aria dell' atmosfera, quella ch' esce dal loro interno, si mescola immediatamente con un fluido simile a sè stessa, e che per questa ragione, toglie che non si distingua: solo premendo cotesti corpi nell' acqua, o in altro liquore, si può uno accertare dell' effetto, di cui favelliamo.

I liquidi, che si gelano, sprovvedonsi anch' essi dell' aria che contengono, a misura, che le loro parti si ravvicinano; e quando quest' aria, ch' era disseminata ne' pori in particelle insensibili, trovasene esclusa, si raccoglie in più bollicole, e piglia diverse forme nella massa, se ella vi si trova rinchiusa e ritenuta dai progressi troppo rapidi della congelazione. Io potrei chiamar quì in prova i fenomeni del ghiaccio; ma sarà tempo di farne menzione quando tratterò dell' acqua, e de' suoi stati differenti.

L' ul-

L'ultimo metodo, e quello ch'è forse il più efficace di tutti, per separar l'aria delle materie con le quali è mischiata, è la divisione delle loro parti sopra tutto se questa divisione giugne fino a decomporle e disfarle, come avvien di ordinario quando si fa putrefare, fermentare, distillare od ardere i corpi misti.

Che la quantita d'aria, che così si cava, eguagli quasi il volume de' corpi, da' quali ell'esce, è una maraviglia, la qual non s'è dovuta credere, se non dopo l'esperimento; ma che quest' aria estratta e sottomessa al peso dell'atmosfera, superi un gran numero di volte la grandezza di que' medesimi corpi che la contenevano, non possiam senza stupore intenderlo; e saremmo tentati a dubitarne, se gli Autori più accreditati, da' quali s'è apparata questa scoperta, non avessero convalidate le loro testimonianze con distintissime, e particolari circostanze, onde ci hanno descritte le loro prove. Quelle de' Signori Mariotte ed Hales mi son sembrate le più decisive; ne' loro scritti ho prese le prove seguenti; il Lettore che vorrà aver la briga di cercarle in fonte, vi troverà un gran numero di fatti, quai più quai meno curiosi, e che unitamente verificano la dottrina, che ho quì esposta.

XVII.

XVII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 35. rappresenta una tazza di metallo, assai sottile, nel fondo della quale si è lavorato a bello studio un piccolo concavo profondo, il quale si riempie con una grossa goccia di acqua; quindi si versa dell'olio, sino all'altezza d'un dito traverso, e cuopresi la goccia d'acqua con un piccolo vase di vetro che ha la forma, e appresso poco la grandezza d'un ditale da cucire, ponendo mente, ch'egli sia pieno d'olio, lo che è facile di fare inclinandolo nella tazza, avanti che collocarlo ritto in piedi.

EFFETTI.

Se si tiene la tazza sopra una candela; o sopra una lampana accesa, per far riscaldare la goccia d'acqua; 1. a poco a poco di là s'alza una gran quantità di picciole bolle d'aria, le quali, quando tutto è raffredato, occpano nel vase di vetro uno spazio più grande, (*a*) che il volume della goccia d'acqua donde elleno sono uscite; 2. l'olio che resta nel piccolo vase di vetro, perde la sua trasparenza, raffreddandosi.

SPIE-

(a) il Sig. Mariotte dice 8 *o* 10 *volte più grande*: pur'avend'io ripetuta quest'Esperienza molte fiate e attentamente, non ho mai trovata tant'aria su la sommità del piccolo vase.

SPIEGAZIONI.

A misura che la goccia d'acqua si riscalda, le parti si scostano un poco l'une dall'altre; i pori, o piccoli intervalli, che sono fra esse, si dilatano, le particelle d'aria che trovavansi ritenute, diventano più libere, e la loro leggerezza respettiva basta allora per svincolarle intieramente, e per elevarle nella parte superiore del piccolo vase di vetro. Ma quello che ancor più ajuta tale separazione, si è, che il medesimo calore che dilata la goccia d'acqua, dilata ancora le picciole bolle d'aria, ed il loro volume, considerabilmente accresciuto, le rende tanto più leggiere, e per conseguenza tanto più atte a sollevarsi al di sopra dell'acqua e dell'olio. Si può aggiugnere ancora, che la liquidità dell' acqua e dell'olio cresce per l'azione del fuoco, che l'attrito, e la viscosità si diminuiscono altrettanto; lo che dà adito alle bollicole d'aria di svilupparsi, e di salire più facilmente.

La colonna d'olio che cuopre la goccia d'acqua, diventa opaca, perchè il calore vi solleva il vapor dell'acqua, che si meschia colle parti dell'olio, e che forma con esse alcune molecule, l'adunamento delle quali divien meno permeabile alla luce: o perchè i pori di questo liquido composto sono meno diretti, che nell' acqua o nell' olio separatamente; o perchè le sue parti diventano troppo grossiere. Quest'ultima ragione (che non esclude l'altra), pare tanto più probabile, quantoche quest'olio medesimo caricato d' acqua, e divenuto opaco, ripiglia quasi la sua prima trasparenza, quando

si fa

ſi fa ſcaldare di nuovo; ſenza dubbio, perchè allora le parti attenuate dall' azione del fuoco laſciano alla luce un più libero paſſaggio.

XVIII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La preparazione di queſta eſperienza ſi fa appreſſo poco, ſiccome quella della precedente, eccettuato ſolo, che s' adoprano vaſi più grandi, e che in vece d' una goccia d' acqua al fondo dell' olio, ſi mette in acqua tepida un piccolo cilindro di zucchero comune eguale alla parte A B, preſa interiormente. *Figura* 35.

EFFETTI.

A miſura che il zucchero ſi liquefà nell' acqua, ſe ne veggono uſcire delle bollicole d' aria che ſalgono verſo la parte ſuperiore del vaſe e quando la diſſoluzione è fatta, la quantità d'aria che s' è ſollevata, eguaglia bene ſpeſſo li $\frac{2}{3}$ o li $\frac{1}{4}$

SPIEGAZIONI.

L'acqua calda, penetrando il zucchero, diſuniſce le ſue parti, e le ſuddivide; allora le piccole bolle d' aria, ch' elleno rinchiudevano, eſſendo come iſolate, ſi ſollevano a traverſo dell' acqua, ch' è ſempre molto più peſante. La quantità di queſte particelle d' aria, è diverſa, ſecondo la qualità del zucchero, e ſecondo la ſoluzio-
ne

ne più o meno perfetta della sua massa: ma si può sempre paragonare il volume d'aria ch'è uscita, con quello del zucchero che si è fatto fondere, poichè lo spazio A B serve di misura comune all'uno ed all'altro.

XIX. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Bisogna congiungere la retorta AB, *Fig. 36.* con entro qualche materia da distillare, al matraccio A C per mezzo d'un certo luto, che a un mediocre calore non si disfaccia, e che non si disciolga tampoco ad una leggiera umidità. Questi due vasi essendo così uniti, nel collo del secondo bisogna introdurre un ramo del sifone E D F, per un foro fatto nel fondo del vase; s'immerge poscia il matraccio ed il sifone nell' acqua, affinchè il primo s'empia per D sin all' altezza F; lo che fassi agevolmente per mezzo del sifone, che permette all'aria di sfuggirsene: si toglie poscia questo sifone, e l'acqua resta sospesa all'altezza F, per la pression dell'atmosfera che adopera sopra quella della conca. Finalmente si scalda la retorta, ponendola sopra un fornello disposto ad un'altezza convenevole. Se le materie, che si distillano, mandano aria, un se n'accorge, perchè il volume di quella ch'è chiusa in A F, cresce; se al contrario elleno ne assorbiscono, come in certi casi si vede, la diminuzione di questo medesimo volume d'aria il dimostra. E se si vuole paragonare la quantità d'aria mandata fuori, o assorbita,

ta, con quella delle materie, messe nella retorta, si può venirne a capo, riducendo a una nota misura, come al pollice cubico, per esempio, quel che si mette nella retorta: imperocchè dopo la destillazione, si potrà vedere quanti pollici cubici d' acqua abbisognino per empire lo spazio occupato dall' aria, in più al di sotto, ed in meno al di sopra di F.

Ma questo volume d'aria, che si vuol misurare, non dee misurarsi, se non quando tutto è raffreddato allo stesso grado, ch' era quello della parte AF, nel momento che si è cominciata l' esperienza; imperocchè si sa quanto alcuni gradi di calore di più o di meno possono far variare le dimensioni di questo fluido; e per non aver quì errore considerabile da sospettare, bisognerebbe chiudervi un piccolo termometro dilicatissimo.

Un'altra attenzione, che si debbe avere, se si vuol procedere con esattezza, si è considerare l'altezza del barometro, sul principio e sul fine dell' esperienza, per accertarsi, se il peso dell' atmosfera abbia variato nel tempo dell'operazione: imperocchè è certo, che il volume d' aria contenuto nel collo del matraccio debbe crescere, o scemare, secondo che l'acqua vi sarà spinta più o men alto, per la pressione dell'aria esterna sopra la superficie della conca.

Finalmente se si trattasse d' una esattezza scrupolosa, si dovrebbe in oltre considerare, che la colonna d'acqua, che resta al di sopra del livello, o che è portata al di sotto, per la quantità più o men grande dell'aria che occupa il collo del matraccio, impedisce, che quest' aria sia mai d'una densità perfettamente eguale

le a quella dell' aria esterna ; ma per buona ventura nella maggior parte di queste prove, si può contentarsi d' un appresso a poco ; ed il Fisico deve spesse fiate non far conto delle minuzie, affine di non perdere il coraggio nelle sue ricerche.

EFFETTI.

Con metodi, ed operazioni simili a un di presso, a quella, che ho poc'anzi descritta, il Sig. Hales *, avendo poste alla prova ogni fatta di materie animali, vegetabili, e minerali, solide, e liquide, ha trovato, per esempio, che un pollice cubico di sangue di porco distillato fino alle scorie secche, producea 33 pollici cubici d'aria.

Che la metà d un pollice cubico della cima delle corna d'un daino dava 117. pollici cubici d'aria; lo che facea un volume 234 volte più grande, che quello della materia distillata.

Che d'un mezzo pollice cubico di legno di quercia, n' uscivano d'aria 128 pollici cubici.

Che d'un pollice cubico di terra vergine, venne nella distillazione 43 volte altrettanto d'aria.

L'Autore medesimo trovò, che l'acqua forte, il solfo, e più altre materie, piuttosto che dar dell'aria, ne assorbivano, cioè, che dopo la distillazione, il volume d'aria contenuto in AF, trovavasi meno grande, di quel che fosse avanti l'esperienza.

* Stat. des Vegetab. chap. 6.

SPIEGAZIONI.

Quando si distilla una materia, l'azione del fuoco divide le sue parti, le riduce, e le solleva in vapori. Le particelle d'aria, che si trovano nella massa, restando isolate per la sua divisione, e per la sua evaporazione, s'uniscono col volume d'aria, ch'è racchiuso nella retorta e nel collo del matraccio, e questo volume è altrettanto cresciuto: quindi avviene, che la superficie dell'acqua s'abbassa comunemente al di sotto di F.

Ma se la materia che si distilla, è di tal natura, che l'aria si unisca a lei più facilmente e più fortemente, che unir non si può con altr'aria, non solamente questa materia non si scarica delle particelle d'aria ch'ella contiene; ma acquistando più di superficie per la sua divisione, si appropria ancora nuove parti d'aria, passando per lo spazio A F; e l'acqua si solleva altrettanto, per occupare il posto dell'aria assorbita.

Quello che si stenta a comprendere, si è, che possa alluogarsi una tanta quantità d'aria in certe materie, senza che vi appaia compressa, quanto bisognerebbe che fosse, se si volesse ridurla ad un così piccolo volume, quando una volta è sviluppata; imperocchè di qual forza non sarebbe d'uopo per ristrignere nello spazio d'un semipolice cubico 234 volte altrettant'aria simile à quella dell'atmosfera?

Questo fenomeno c'insegna, che l'aria intimamente mescolata con altre materie, è ivi in uno stato affatto differente da quello, in cui la vediamo, quando n'è sviluppata: qual è dun-

que-

que cotesto stato dell' aria nell' interno de' corpi? e come ne riceve ella un altro, quando da essi sviluppasi?

Si può supporre, come hanno fatto molti valenti Fisici * de' nostri giorni, che le parti dell' aria, quand' ella è intimamente mischiata con qualch' altra materia, non si tocchino più, e che sieno immediatamente applicate alle parti del corpo che le contiene, come sarebbon de' piccioli peli, o de' filetti di cottone, che, per esempio, involgessero de' grani di sabbia, o che fossero alluogati separatamante negl' intervalli, che si trovassero da riempiere tra questi medesimi grani raccolti in una massa: imperocchè, quantunque molti bricioli di bambagia insieme formino ordinariamente una piccola fiocca flessibile, e che occupa uno spazio sensibilissimo, a cagione di tutti i vuoti che fan parte del suo volume; ben si capisce tuttavolta, che ne occuperebbe incomparabilmente meno colla sua materia propria, e se i suoi vacui ripieni d' un altra sostanza non contribuissero più alla sua grandezza. Si dee pure concedere, che la sua flessibilità, e per conseguenza la sua molla, o il suo elaterio, sarebbe di niun conto, e come zero, se ciascun de' suoi piccioli fili fosse sostenuto da un corpo duro, come succederebbe infallibilmente, se lo spazio dall' uno all' altro fosse riempiuto da una materia solida.

Questa ipotesi è tanto più verisimile, quanto che non pare che l' aria contribuisca punto

P 3 alla

* M. Mairan, Differt. sul Ghiaccio. Mariotte, Saggi sopra la nat. e le propr. de l' aria.

alla compressibilità de' corpi, nè alla loro dilatabilità; lo spirito di vino de' termometri, purgato d' aria *, non appare nè più nè meno di prima sensibile, al crescere del freddo o del caldo; ed i corpi, tenuti nel vuoto, sono affatto egualmente compressibili, come prima, tuttochè siasene veduta uscire una quantità d' aria molto notabile. L' aria nell' interno de' corpi è dunque, come dice il Sig. Hales, in uno stato di fissezza; ed allora eziandio, che da essi sviluppasi, non acquista punto di molla, se porta via seco qualche sostanza straniera, che l' impedisce l' unirsi con altr' aria: imperocchè in questo solo ultimo stato, ella può essere flessibile ed elastica.

Questo discorso è per verità appoggiato a fatti incontrastabili; contuttociò, vi ha degli altri fatti, i quali non sono nè meno certi, nè meno noti, ma che ci portano a discorrere affatto diversamente; quando una materia passa nel vuoto, o quando l' azione del fuoco o d' un dissolvente diminuisce, e toglie la coerenza delle sue parti, si vede subito l' aria svilupparsene; come non penseremo noi, che quest' aria era nello stato d' una molla tesa, e ch' ella aspettava soltanto per dispiegarsi, la soppression degli ostacoli, che ne l' impedivano?

Ecco quello che si può dire, per conciliare questi fenomeni, che paiono contradirsi: l' aria, nella maggior parte de' corpi, trovasi sotto due stati differenti; i vacui più grandi, que' pori che comunicano insieme, la contengono in globetti, o per dir meglio, in picciole colonne, che

* Hist. de l' Acad. des Sc. 1731.

che il peso dell' atmosfera ha condensate, e che per la continuità delle loro parti, hanno conservata la facoltà di estendersi e di portarsi fuori, quando vien a cessare la pressione esterna; l'altr' aria, molto più divisa, riempie solo de' pori isolati più piccioli, e la materia che la circonda ha più di coerenza, che non ha l' aria d' elasticità. Per sviluppare e separare la prima, basta o accrescere grandemente il suo elaterio, col calore, o levar l' ostacolo, che tien la sua molla tesa: questi due mezzi sono facili; primieramente, perchè la molla dell'aria tanto e più attiva; quanto più grande il suo volume; in secondo luogo, perchè i pori che contengono coteste picciole colonne, sono aperti fino alla superficie. Non è così dell' altr' aria; bisogna, per estrarla, dividere il corpo fino nelle sue minori parti; e supponendosi questo fluido ridotto quasi ai suoi primi elementi, non si dee aspettar dal suo elaterio nulla, che ajuti questa separazione.

Questa supposizione giova a far concepire, come l' aria non rende nè più dilatabili, nè più compressibili le materie con le quali è mescolata, quantunque ivi goda della sua elasticità; imperocchè 1. se i piccioli globetti contigui gli uni agli altri in tutta l' estesa di ciascun poro, vi si trovano contenuti quasi in una guaina, le cui solide parti si sostengano scambievolmente, questo canale compresso per di fuori, non riceverà niente della flessibilità dell' aria ch' ei racchiude, e per conseguenza il corpo intiero, che non è se non un aggregato di questi tubi, non sarà nè più nè meno compressibile, o che i suoi pori sieno d' aria pieni, o che ne

fien vuoti. 2. Se queste colonne d'aria formate, e come gittate ne' pori, sono composte di globuli assai piccoli, come si debbe supporre; l'azione moderata del fuoco non potrà dilatarli se non pochissimo, ed il loro accrescimento non eccederà sensibilmente quello de' pori, che si dilatano altresì per lo stesso grado di calore: così la massa totale non sarà nè più nè meno dilatabile, o contenga dell'aria elastica, o non ne contenga.

Ma quest'aria stessa, eziandio la più intimamente mescolata, quella, che consideriamo come priva d'elaterio, perchè è sommamente divisa, n'è priva ella veramente punto? Le sue parti in vece di esser diventate troppo corte, e però non flessibili, chi sa che non si sieno più tosto ripiegate in se stesse, quanto è possibile che ciò loro avvenga? E la loro inflessibilità, non potrebb'ella forse venire dal non poter elleno più avvicinarsi maggiormente; appunto come un filo avvolto in un matassa, diventa un corpo duro, che si stenta a comprimere, e che, quando si svuolge, occupa un luogo incomparabilmente più grande. Fermandomi su questa idea, apprendo la ragione, per la quale quest'aria estratta da' corpi prende un volume così notabile, ch'eccede due o tre cento volte quello di cui ella facea parte. La natura ha potuto accomodarsi di alcuni mezzi, per ristrignere così le particelle d'aria, ch'ella entrar fa la composizion de' misti; e la coerenza di questi medesimi corpi, qualunque ne sia la cagione, è una potenza che può bastare per resistere alla sua reazione.

Una ragione, che si può ancor'aggiugnere

per

per ispiegar questa prodigiosa estensione dell'aria estratta, si è, che quest' aria non è pura, ma un fluido composto, che ritien molto delle materie, donde egli esce, mi bastano per prove, gli effetti de' quali egli è capace: quell' aria che s'estrae dalla pasta fermentata, dalle frutta, e dalla maggior parte de' vegetabili, estingue il fuoco, soffoca gli animali, e si fa sentire con un odor penetrante *; egli è dunque evidente, che quest' aria è caricata d'un vapore abbondante, che fa parte del suo volume; e altronde si sa, che tutte le sostanze che s'evaporano, si estendono portentosamente; perciò li 128 pollici cubici d'aria ch'escono da un mezzo pollice cubico di legno di quercia, si ridurebbono verisimilmente ad una quantità molto men grande, se ne venisse separato ciò che contengono di straniero.

APPLICAZIONI.

Gli alimenti, così solidi, come liquidi, ch' entrano nello stomaco colla digestione ivi si dividono, e si scompongono; per conseguenza si scaricano dell'aria in essi contenuta; quest' aria così sviluppata si raccoglie in bollicole, e piglia un volume molto più considerabile; non solamente perchè si sviluppa e si estende quand'ella è libera; ma ancora perchè vien sottomessa a un grado di calore assai grande, che dilata questo fluido tanto più, quanto è più ampia la sua massa.

Se

* *Boyle*, *Experim. Phys. Mechan. continu.* 2. *Hales*, *Stat. des Veget.* p. 152.

Se l'aria, che si sviluppa così dagli alimenti nello stomaco, non trova esito libero per uscirne, preme e distende le parti, che la rattengono; ed i suoi sforzi fan talora nascere de' dolori acuti, che si chiamano, *colica ventosa*, o *flatuenta*.

Quando niente al suo passaggio si oppone, ell'esce per la bocca, e cagiona quelle eruttazioni, per lo più ingrate e moleste, talor frequenti, secondo la qualità de' cibi presi, la lor quantità, le loro preparazioni, o secondo la disposizione attuale dello stomaco, che gli digerisce.

Questi ritorni del cibo, dispiacciono quasi sempre, quantunque si sien bevute o mangiate delle sostanze d'un odore per se stesse, e d'un sapore gratissimi; la digestione le divide, e l'aria che n'esala ne porta via seco alcune particelle; ora negli alimenti più sani, vi sono delle parti, che quando dall'altre son separate possono toccare i nostri sensi in una maniera spiacevole, ed anche perniciosa: Il pane, e la pasta di formento, l'uva e le altre fruta ec. son cibi grati al palato di ognuno; e a' più degli uomini non recano nocumento; nulladimeno l'aria che n'esce, quando si fanno fermentare, è infetta e mortale.

Uno stomaco, troppo carico d'alimenti, è più incomodato, che un altro, da queste sorte d'esalazioni; la ragione n'è manifesta. Ma la qualità e la preparazione sono due cose, che han molto di parte a un tale effetto. In generale i liquori spiritosi e fermentati, come il vino, la bira, ec. tutti gli alimenti crudi, portano con essi una grandissima quantità d'

aria

aria, e si dee aspettare di sentirne disagio, se si prendono senza moderazione.

Un uso moderato degli alimenti, non esenta nemmeno d'ognora dalle erutazioni, e da'ritorni del cibo dallo stomaco alla gola; vediamo infatti delle persone non poche, le quali tuttochè sobrie, e caute se ne querelano grandemente. Questo nasce senza dubbio, perchè vi debb'essere qualche umore vizioso, che occasiona una cattiva digestione. Secondo i nostri principj, questa digestione è cattiva per eccesso; imperocchè provenendone una maggior quantità d'aria, è manifesto che gli alimenti sono più divisi; e in simil caso si potrebbe forse dire, che si digerisce troppo, ma procedendo in questo divisamento io passerei i limiti del mio disegno, e questa è di quelle questioni, che io sottometto alla Facoltà di Medicina.

In certi tempi dell'anno il vino e la bira s'agitano e patiscono alquanto nelle botti, e ne'fiaschi; vale a dire, che si fa in essi una leggiera fermentazione, particolarmente, se questi liquori son mossi, o si ripongono in luoghi non abbastanza freschi. Quest'intestini movimenti dann'adito alle particelle d'aria di svilupparsi, e di salire alla superfizie; e bisognando allora molto più di luogo all'aria, di quel che n'occupava prima, quand'era divisa e alluogata ne'pori; esce con dell'impeto, subito che si disturano i vasi, ed i suoi sforzi giungono fino a farli crepare, quando si trascura d'aprirle un passaggio.

Ne'Laboratorj di chimica, gli operaj pongon molta cura di lasciare esito all'aria

quan-

quando lotano i loro vasi, l'uso ha insegnato loro, che se non usassero questa avvertenza, cotesti vasi rischierebbono di scoppiare; quando tale accidente succede, si suole accusarne la massa d' aria, lasciata chiusa nel recipiente, e dilatata dal calore; ed in fatti questa causa v' ha anch' ella la sua parte; ma la rottura de' vasi proviene principalmente dalla quantità d' aria ch' esca dalla maggior parte delle materie distillate; imperocchè per l' ordinario, il distillatorio, o vase chimico rotondo, è capace di resistere agli sforzi dell' aria che vi si chiude, e che ivi soffre un grado mediocre di calore.

Quando si affonda una canna od un bastone nella creta, o nel loto, su la sponda d' un fiume, o d' uno stagno, communemente si vede venir su alle superfizie dell' acqua molte bollicole d' aria; quest' aria proviene senza dubbio dalle foglie, dai rami d' arbori, dalle piante e da altri vegetabili, che si sono raccolti, e marciti nel fondo; ella vi resta chiusa e impedita, finchè le si apra qualche esito.

Se si fa uscir l' aria da una materia, senza disunire le parti, ponendola, esempigrazia, nel vuoto; dacchè ella si espone all' aria libera ripiglia quel che le si è tolto, appresso a poco come una spugna che si empie sempre di acqua: ogni volta che nell' acqua s' immerge dopo d' averla spremuta. Il Signor Mariotte * s' è accertato del fatto con una sperienza semplice del pari ed ingegnosa. Purgò egli dall' aria una certa quantità d' acqua, col farla bollire; e metten-

* Saggio sopra la nat. e le prop. dell'aria p. 163.

tendola di poi per qualche tempo nel vuoto; n'empì un'ampolla cui rovesciò in un vase pieno d'acqua, senza otturarla, osservando di far salire nella sommità una bollicola d'aria della grossezza d'un'avellana; appoco appoco egli vide diminuirsi quest'aria, che finalmente disparve a capo di circa tre giorni; lo che gli diede a conoscere evidentemente, che l'acqua dell'ampolla, s'era di quell'aria imbevuta; quello che è seguito in riguardo all'acqua seguirebbe senza dubbio in ogni altra materia; al più si potrebbe sospettare alcune varietà, nella quantità d'aria che rientra, o nel tempo, ch'ella impiega a rientrare.

Essendo stato sforzato da alcune esperienze d'un altro genere, nelle quali ero occupato, a dover sapere con più d'accuratezza, in quanto tempo l'acqua possa ripigliar l'aria, che ell'ha perduto con l'ebullizione, e con la soppressione del peso dell'Atmosfera, feci l'esperienza seguente.

XX. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

A, *Fig.* 37. è una caraffa, ch'io riempio d'acqua recentemente purgata d'aria, fino ai due terzi in circa della sua capacità: la otturo con del foghero, cui di nuovo cuopro d'uno strato di cera fusa e mescolata con della trementina, a traverso di questo turacciolo fo passare l'estremità del tubo di vetro BCD, che è ricurvo per due contrarj versi, e la di cui parte

te

te C D attaccata ſopra una tavola graduata, o diviſa in pollici e linee, è ſoſtenuta verticalmente ſopra un piede. Fo ancor paſſare a traverſo del medeſimo turacciolo il tubo d'un termometro, la cui palla è in parte immerſa nell' acqua della caraffa. Pongo in appreſſo queſta medeſima caraffa in una ſecchia, ch'è piena d'acqua, ſiccome anco la parte C E del tubo; ſegno allora con un filo K, l'altezza del termometro, ed oſſervo nel barometro l'altezza del mercurio, nel momento che incomincio l'eſperienza.

Diſpoſto il tutto così, oſſervo di 12 in 12 ore l'aſceſa dell'acqua nel tubo al di ſopra del punto E; e per eſſere ſicuro che l'aria è ſempre d'un'eguale denſità tra l'acqua del tubo e quella della caraffa, a ciaſcuna oſſervazione, avverto bene 1. di rimettere il bagno della ſecchia G H alla ſua prima temperatura, riſcandandolo o raffredandolo, ſin a che il liquore del termometro ritorni e ſi fiſſi al filo K. 2. Vedo quanto il mercurio ſieſi alzato od abbaſſato nel barometro; e però che una linea di mercurio corriſponde a 14. lin. d'acqua per il peſo, le aggiungo o le diminuiſco nella parte C D del tubo, affinchè la preſſione dell'atmosfera reſti ſempre a un dipreſſo la ſteſſa.

La quantità d'acqua che ſi ſolleva al di ſopra del punto E indica, come ben ſi vede, il volume d'aria che rientra nell'acqua della caraffa; e dopo l'eſperienza, ſi può paragonare queſto volume d'aria con quello dell'acqua, nella quale rientra, miſurando con una canna che nella ſua figura procedendo va gonfiandoſi,

dosi, misurando, dico quante volte l'acqua della caraffa, superi quella che s'è sollevata al di sopra del punto E.

EFFETTI.

Procedendo così ho osservato 1. Che l'acqua del tubo s'è innalzata continuamente per 7 in 8 giorni al di sopra di E; 2. Che il progresso della sua ascesa è sempre andato diminuendo, di maniera che nel sesto giorno era già quasi insensibile; 3. Che la somma di tutte le quantità d'acqua elevate, eguagliava a un di presso la trentesima parte di quella della caraffa.

SPIEGAZIONI.

La massa d'acqua che è nella caraffa, è in riguardo all'aria contenuta al di sopra, quasi come un corpo spongioso, che si è spremuto o seccato, o che si applica alla superficie di qualche liquore; i pori che sono stati vuotati come tanti piccioli tubi capillari, assorbiscono il fluido che vi si presenta, e che è ancora ajutato dalla pressione dell'atmosfera, che agisce in D. Ma siccome l'aria è composta di parti ramose, o di lamette attorcigliate, non s'attenua se non a poco a poco, ed i suoi globetti, si proporzionano alle piccole capacitadi tortuose, ch'ella dee riempire; la difficoltà, ch'ell'ha per introdursi nell'acqua, diventa tanto più grande quanto è più profonda la massa del liquore; e per queste ragioni senza dubbio, lo penetra così lentamente, ed i progressi

si di questa penetrazione vanno sempre a scemando.

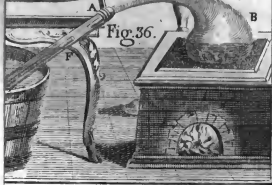
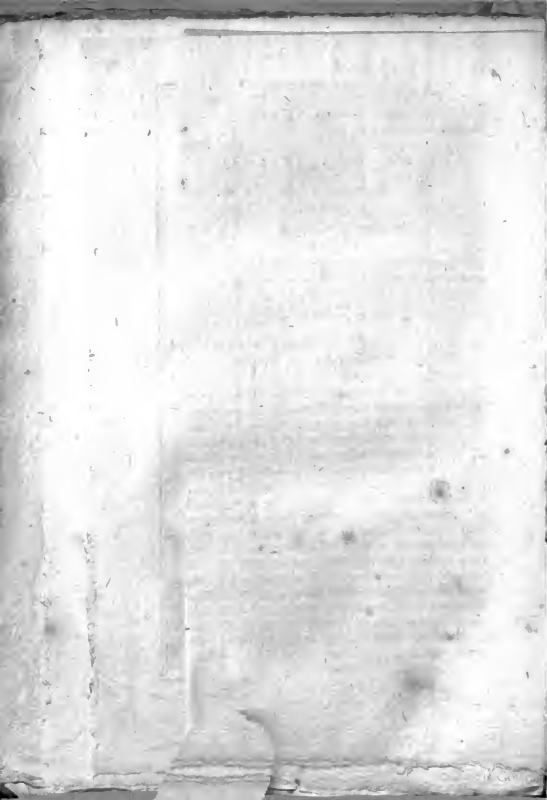
APPLICAZIONI.

Seguitando il metodo dell'esperienza precedente, si può conoscere a un dipresso la quantità d'aria, che si è fatta uscire da una materia; imperocchè è probabilissimo, che a capo d'un tempo sufficiente, quello che è rientrato, sia eguale a ciò che n'era uscito; e conseguentemente si potrà giudicare tra molte spezie, quella che più abbonda d'aria, quella che la ripiglia più prontamente, e quanto di tempo si possa tenerla per purgata d'aria.

E chi sa, che non si potesse ancora con tal mezzo introdurre certi odori in materie fluide? imperocchè l'aria, rientrandovi, potrebbe servire di veicolo alle parti odorifere, delle quali essa aria si carica facilissimamente, ed in grandissima quantità.

Queste mire differenti aprono un campo assai vasto a nuove e curiose esperienze; io n'ho già molte tentate con buon esito, e ne renderò conto altrove; desidero che il mio esempio ecciti il zelo de' Fisici; la medesima materia maneggiata da diverse mani, somministra d'ordinario un maggior numero di cognizioni.

XI.

2.
Fig. 34.
H
I
K
A
B
Fig. 35.
K
B
A
H
A
B
Fig. 36.
F

XI. LEZIONE.

Continuazione del Discorso intorno alle proprietà dell' Aria.

II. SEZIONE.

Dell'aria considerata come Atmosfera terrestre.

Le più delle terrestri materie contengono molt' aria tra le lor parti, come l' abbiam fatto vedere sul fine della Lezione precedente: a vicenda pure una massa d' aria, qualsivoglia, trovasi sempre mescolata di alcune sostanze straniere, e di essa si può dire come di ogni altro corpo, che non è mai perfettamente pura, cioè, ch' ella comprende sempre nel suo volume qualch' altra cosa, oltre la sua materia propria. Tutto quello che esala dalla terra e dall' acque, dagli animali e dalle piante entra tosto in quell' elemento che respiriamo, nel quale viviamo, e a cui si è dato il nome d' *Atmosfera*, perchè involve e circonda da tutte le parti il globo, di cui abitiam noi la superfizie. Quest' è un fatto, del quale abbiamo procurato di render ragione al-

trove (Tom. II.) supponendo, che fosse noto bastevolmente ; ed infatti, se si potesse dubitarne, la dissipazione d' un' infinità di sostanze, che scompaiono tutto dì dagli occhi nostri, l' opinione ragionevole, e generalmente ricevuta, che nulla s'annienta di quanto è stato creato, basterebbono per convincerne di questa verità: quando il fuoco disfà un misto, non vediam noi le parti più sottili alzarsi in fiamma ed in fummo ? quando il cadavere d' un cane o d' un cavallo, gettato nel sozzume, di giorno in giorno scema e s'avvalla, e finisce in niente, non lo fa egli infettando i luoghi circonvicini con un cattivo odore, effetto, come si sa delle parti che n' esalano ? Finalmente chi è che non sappia, che i vasi contenenti de' liquori, si vuotano per evaporazione, se si tralascia di otturarli ? L' atmosfera terrestre è dunque un fluido misto, un' aria caricata d' esalazioni e di vapori. Il suo stato varia secondo i tempi, ed i luoghi, perchè le parti ch'entrano in questo miscuglio, non sono sempre e da per tutto nella medesima quantità, nè con le medesime qualitadi.

11. Si può considerare l'atmosfera sotto due differenti aspetti: primieramente come un fluido in quiete, che pesa egualmente da tutte le parti sopra la terra, che riceve da essa materie di differenti nature, che le sostiene per un certo tempo, che le lascia ricadere, e che ci trasmette il caldo, ed il freddo, ond'egli è suscettibile: secondariamente come un fluido agitato, i cui moti possono essere differentemente modificati. Esaminando l' atmosfera sotto questi due punti di vista, trascorreremo

ne'

ne' due feguenti articoli le fue principali proprietà.

ARTICOLO PRIMO.

Dell' atmosfera confiderata come un fluido in quiete.

La quiete, che io qui fuppongo; non devé intenderfi in un fenfo affoluto, e per tutta l' atmosfera nel medefimo tempo; imperocchè, rigorofamente parlando le parti che la compongono, fono in un moto quafi continuo; poichè elleno s' alzano o s' abbaffano frequentemente, e per le mutazioni di temperie fi efpandono, o fi riftringono alternativamente. Prefcindendo eziandio da tali viciffitudini; non regna mai una calma sì perfetta in quefto vafto fluido, che non ve ne fia fempre qualche porzione agitata: e poi, l' atmosfera è (dirò così) una dipendenza del globo terreftre, che come effo globo, e con effo, muovefi in 24 ore fovr' un affe comune, ed in un anno nel medefimo Orbe attorno del Sole; confiderandola adunque in quiete non gli attribuifco già affolutamente uno ftato tale, ma più tofto aftraggo da' fuoi principali movimenti.

Noi non vediam mai che alcuna porzione dell' atmosfera perda la fua fluidità, quantunque molto e poi molto di ciò che la compone, fia atto a formar de' corpi folidi; l' acqua nell' aria s' indura, e ricade in piccoli diacciuoli; ma l' aria medefima non fi congela

altrimenti con l'aqua, queste parti acquose, per quanto sieno abbondanti, nol sono mai tanto, che interrompano o tolgano intieramente la continuità delle parti proprie d'un volume notabile d'aria, e quest'elemento, finchè egli fa massa, conserva sempre la sua molla o il suo elaterio, che probabilmente è la cagion potissima della sua fluidità.

Ogni materia che alla terra appartiene, ha una tendenza naturale verso il centro di questo Pianeta. Ora essendo l'atmosfera composta d'aria, e d'un estratto, dirò così, di tutti i corpi sullunari, de'quai provata abbiamo nelle Lezioni precedenti, la gravità ed il peso; dubitar non si può, ch'ella non pesi sopra di noi, e sopra tutto quello che in essa trovasi immerso: tuttavolta se n'è un tempo dubitato, o per dir meglio lunga pezza è stato il mondo senza a ciò por mente. Detto abbiamo in altro luogo (Tom. I.) in quale maniera ne siamo alla fine restati convinti, e come il peso dell'atmosfera conosciuto, abbia illuminati i Fisici, circa molti Fenomeni, che indi risultano.

Ma questa gravità è gravità d'un fluido; vale a dire, ch'ella dee crescere e scemare secondo l'altezza delle colonne, e la larghezza della loro base; secondo questa proporzione altresì ella adopera, come s'è già veduto nella settima Lezione, dove abbiamo riferita l'origine del barometro, gli usi suoi principali, e la prova che se ne fece nelle diverse stazioni della montagna *du Puis de Dome* nell'*Overgne* qui riferirò ancora una Esperienza del medesimo genere, e di più facile esecuzione, che mi da-

darà motivo d'esporre quanto rimane da dire su questa materia.

PRIMA ESPERINZA.

PREPARAZIONE.

Bisogna scegliere qualche luogo elevato, ed accessibile, come una torre, un campanile, o qualch'altro edifizio, di cui si possa facilmente misurare la perpendicolare altezza; e munirsi di due barometri simili ssimi; cioè, tali che nel medesimo luogo il mercurio sia sempre in ambedue ad altezze eguali. Lasciasi uno di questi strumenti a basso della torre con un Osservatore, il quale esamina attentamente, se succede variazione all'altezza del mercurio, mentre si porta l'altro barometro su la cima.

EFFETTI.

1. A misura che si va ascendendo col Barometro, il mercurio s'abbassa nel tubo, come l'ho già detto (Tom. II.) adducendo l'esperienza del Signor Pascal, eseguita dal Signor Perrier.

2. Se, quando il mercurio s'è abbassato una linea, si misura l'altezza, ove si fa questa prima stazione, trovasi ch'ella è di circa 12. pertiche.

3. Se l'edificio, o la natura del luogo permette, che si poggi maggiormente ad altezze note o misurabili, si trova che le susseguenti stazioni che fannosi cadauna volta, che s'os-

ſerva una linea d'abbaſſamento nel mercurio, ſono ſempre di 12 pertiche a un dipreſſo, le une ſopra dell'altre.

4. S'oſſerva che le altezze perpendicolari di tutte queſte ſtazioni, ciaſcuna delle quali corriſponde ad una linea d'abbaſſamento del mercurio, ſono tanto più piccole, quanto più l'aria peſa nel tempo della eſperienza, o per lo poco d'elevazione del luogo, ove ſi opera, o per lo ſtato attuale dell'atmosfera.

5. Se ſi ripete queſta prova in luoghi, che ſieno mediocremente lontani gli uni dagli altri, ed in circoſtanze che rendano la preſſione dell'atmosfera appreſſo a poco ſimile, ſi trovan pure appreſſo a poco gli ſteſſi effetti; ma quando le diſtanze ſono grandiſſime, come di 400, o 500 leghe ſi può con ſicurezza aſpettare delle notabiliſſime differenze.

SPIEGAZIONI.

Avendo l'Atmosfera più di altezza, ſe computiamo dal piè d'una torre: o d'una montagna, di quel ch'ella n'abbia in tutte le ſtazioni che ſi fanno, aſcendendo; il ſuo peſo altresì è più grande; e s'egli è capace di ſoſtenere 27 pollici $\frac{1}{2}$ di mercurio in ciaſcun barometro, quel delli due, che ſi porta più in alto, trovaſi ſotto una colonna d'aria più corta, che, per conſeguenza, ſoſtiene meno di mercurio. Queſta diminuzione di peſo nella colonna dell'atmosfera non può eſſere attribuita ſe non al ſuo accorciamento; imperocchè il barometro di comparazione, che ſi è laſciato abbaſſo, e che ſoſtiene una colonna intera; o ſucceda in-

eſſo

esso varietà, o no, nel tempo dell'esperienza, trovasi sempre più alto dell'altro, colle proporzioni accenate di sopra,

Dal secondo e dal terzo effetto di questa esperienza, si raccoglie che ogni linea d'abbassamento del mercurio nel barometro corrisponde a circa 12 pertiche d'altezza perpendicolare nell'atmosfera: questa proporzione ci dà l'aria più pesante, di quel che l'abbiamo stimata nella precedente Lezione; imperocchè abbiamo detto che la sua densità, o gravità specifica sta a quella dell'acqua, come l'unità a 900; e pesando il mercurio 14 volte pù dell'acqua, segue che una linea di mercurio equivale a 14 volte 900 linee d'aria la cui somma 12600 fa 15 pertiche, 4 piedi, 6 pollici, ed 8 linee in vece di 12 pertiche delle quali abbiam fatto poc'anzi menzione ne' precedenti addotti effetti di questa prima Esperienza.

Ma bisogna pure osservare, che di tutti quelli che si sono applicati a questa ricerca con esperienze accuratamente fatte in varj tempi e varj luoghi, pochi s'accordano a conchiudere la proporzione medesima. Il Signor Cassini, dopo d'aver portato il barometro su la montagna di Nostra Signora *de la Garde* di *Tolone*, calcola a 10 pertiche e 5 piedi l'altezza dell'aria che sostiene una linea di mercurio. Il Signor de la Hire il padre, la trovò di 12 pertiche per mezzo di prove che egli fece sul monte *Clairet*, in vicinanza alla stessa Città: quest'Accademico la giudicò di 12 pertiche 4 piedi, a *Meudon*, e di 12 prrtiche 2 piedi 8 pollici a Parigi. Secondo le osservazioni del Signor Picart fatte sul monte S. Mi-

chele, una linea di differenza nell'altezza del mercurio sul barometro, corrisponde a 14 pertiche 1 piede e 4 pollici d'aria. Finalmente il Signor Valerio * dotto Svedese, che replicò queste esperienze nel suo paese, dopo d'avere osservate le diverse altezze d'un barometro calato da prima in una miniera profondissima, e cui portò poscia su la sommità d'un monte vicino, contò per ciascuna linea di mercurio 10 pertiche 1 piede e 4 linee d'altezza nell'atmosfera. Il Sign. de la Hire, il figlio ** attribuisce tutte queste differenze a due cagioni principali: 1. a strati di vapori, che regnar possono in certe parti dell'atmosfera, e che ne aumentano per un dato tempo il peso; lo che pare assai verisimile: 2. alla situazione dei luoghi, ove si fanno queste esperienze, od alla gravità attuale più o meno grande dell'atmosfera, ed infatti si vede dal quarto effetto, de i riferiti di sopra, che la porzione d'una colonna d'aria che corrisponde ad una linea di mercurio, è tanto più grande o più piccola, quanto quest'aria è più o men densa; e la densità od il peso d'un fluido compressibile, cresce a misura ch'egli è più caricato, o per la sua propria materia ammucchiata, o per alcune parti straniere framischiatevi.

Si può aggiugnere ancora per terza ragione, (e questa forse è la più forte;) si può, dico, aggiugnere che è difficilissimo stimare appuntino ciascuna linea d'abbassamento del mercurio nel barometro; pure in questa stima i più piccioli

* Hist. de l'Ac. des Sc. 1712. p. 3.

** Mem. de l'Accad. des Sc. 1712. p. 114.

cioli errori sono d' un gran momento, quando trattasi di giudicare con esattezza dell' altitudine d' una colonna d' aria corrispondente. Imperocchè, non abbassandosi il mercurio se non una linea, per una sottrazione d' in circa 12 pertiche fatta alla colonna d' aria, si può facilmente ingannarsi di alcune pertiche sopra questa; basta per questo, che ci sia uno sbaglio d' un $\frac{2}{13}$ di linea nell' osservazione del barometro. Quelli, che conoscono bene quest' istrumenro, accorderanno di facile, che l' osservatore il più attento, può benissimo commettere di simiglianti errori, non sol a causa di qualche difetto di mobilità, che può impedire che il mercurio rimettasi in un perfetto equilibrio coll' atmosfera, dopo i suoi bilanciamenti, ma ancora per la convessità della sua superficie, e per le piccole rifrazioni, occasionate dalla grossezza del vetro che possono ingannar l' occhio.

Poichè l' atmosfera è un fludio compressibile, non si può supporre, che la sua densità sia uniforme; al contrario, si dee pensare, che gli strati superiori, pesando sopra quelli che sono al di sotto, ristringano e condensino vieppiù le loro parti; e conseguentemente a questo principio, le differenti stazioni, nelle quali s' osserva, andando su, una linea d' abbassamento nel mercurio del barometro, devono sempre via più lontane trovarsi l' une dall' altre. E questo in fatti s' osserva: ma sin ad un' altezza di 1000, o 1200 pertiche al di sopra del livello del mare, le differenze sono poco notabili; probabilmente perchè la grande quantità di vapori grossieri onde l' aria è caricata in questa bassa regione, ed il gran peso che la preme, rendono la sua densità quasi

quasi uniforme. Li Sigg. Cassini, e Maraldi, dopo un gran numero d'esperienze fatte sopra diverse montagne, delle quali avevano geometricamente misurate le altezze, giudicarono, che le porzioni tolte da una colonna dell'atmosfera, per più linee d'abbassamento del mercurio nel barometro, crescono secondo questa progressione, cioè, che se la prima linea di mercurio corrisponde a 61 piedi d'aria, ve n'è per la seconda 62, per la terza 63, e così via via. Ma hanno con ragione pensato, che questa proporzione non continua al di là d'una mezza lega al di sopra del livello del mare; imperocchè, essendo l'aria più pura, il suo elaterio è più libero, ed i suoi differenti gradi di densità, non dipendono quasi più, se non se dalla pressione degli strati superiori.

APPLICAZIONI.

Se si è pesata la colonna di mercurio di un barometro, il tubo del quale sia perfettamente cilindrico, sa tosto qual sia il peso della colonna totale dell'atmosfera, che la tiene in equilibrio; e l'area del circolo che fa la sua base, è uno spazio noto, che si può moltiplicare quante volte si vorrà, per sapere qual sia la pressione dell'atmosfera, sopra uno spazio dato nella superfizie della terra, il che meglio s'intenderà con un esempio.

Supponiamo che il tubo del barometro abbia tre linee di diametro interiormente, e che il mercurio, ch'ei contiene, pesi una lira; questo mi addita, che nel medesimo luogo dov'è il barometro; ogni spazio circolare che ha tre linee di dia-

diametro, come l'apertura del tubo, trovasi caricato d'una colonna d'aria che pesa una lira; e questa pressione si fa contro una porta, egualmente che sopra una tavola; perchè abbiam qui il peso d'un fluido, che adopera in tutte le direzioni, come s'è da noi insegnato, trattando dell'Idrostatica.

Supponiamo adesso, che un voglia sapere, quanto pesi l'atmosfera sopra uno spazio circolare d'un diametro tre volte piu grande che il precedente; quest'ultimo spazio è 9 volte più esteso che il primo; imperocchè i circoli sono tra essi come i quadrati de' loro diametri, e il quadrato di 3 è 9. Io dirò dunque: Poichè una colonna dell'atmosfera, la cui base ha tre linee di diametro, pesa una lira: un'altra colonna che s'appoggia sopra uno spazio 9 volte più grande pesa 9 lire; e si potrà così sapere, qual sia la pressione dell'atmosfera, sopra ogni spazio, di cui sarà nota l'estensione.

Alcuni curiosi; appoggiati a questo principio, si son posti in animo di cercare qual sia il peso di tutta l'atmosfera; ma quello che hanno quì potuto sapere, s'attiene ad ipotesi, altre visibilmente false, altre incertissime, sì che i loro laboriosi calcoli si son resi poco meno che inutili. Ed in fatti qual cognizione può trarsi da una simil fatica, se s'ignora qual sia appuntino l'ampiezza della superfizie della terra, se si trascura di tener conto dell'altezza delle sue ineguaglianze; se si considera l'atmosfera, come un fluido d'una densità uniforme nelle sue parti simili; se non si pon mente agli effetti della forza centrifuga, che risulta dal moto della terra sul suo asse, ec.? Ben si vede quanto sarebbe

rebbe difficile cogliere con esattezza tutti questi elementi; ma questa questione essendo per buona ventura soltanto curiosa, non porta il pregio che si fatichi per scioglierla.

Una più felice e più utile applicazione del barometro, è quella di servirsene per misurare l'altezza delle montagne; imperocchè secondo le sperienze fatte da Sigg. Cassini, Maraldi, e Chaselles, nell' Overgne, nella Linguadocca, e nel Rosiglione *, appare che dal livello del mare fino ad una mezza legha d' altezza, si possono contare in circa 10 pertiche d'elevazione di ciascuna linea d' abbassamento nel mercurio; aggiungendo un piede alla prima decina, 2 piedi alla seconda, 3 piedi alla terza, e così proseguendo.

Ben si vede che per adoperare un tal mezzo, bisogna sapere a quale altezza sta attualmente il mercurio, su la riva del mare, mentre si opera; e facilmente ciò può sapersi per mezzo d' un barometro di comparazione, che ivi si lasci con un Osservatore attento, Non è ne anche d' uopo, che questo barometro e questo Osservatore sieno su la riva del mare; basta che l'osservazione si faccia in un luogo, di cui si conosca l'elevazione al di sopra del livello del mare; e ciò non è raro a trovarsi, adesso, in tutti gli Stati. La Sala, per esempio, dell'Osservatorio regio a Parigi, dove si fanno perpetuamente le osservazioni del barometro, e delle quali si fa accurato registro ogni anno, è di 45 pertiche al di sopra del livello del Mediterraneo, e 46 al di sopra del livello dell'Oceano; ed il mer-

* Mem. de l'Acad. des Sc. 1703. p. 229.

mercurio per questa ragione, tiensi colà d'ognora 4. linee più basso, di quel che osservasi star' egli su la spiaggia di questi due mari.

Io suppongo dunque, che siesi portato un barometro su la sommità d'una montagna, la cui altezza sia ignota; se ivi trovasi il mercurio 10 linee al di sotto del termine in cui sarebbe su la spiaggia del mare, contando da prima dieci pertiche, per ciascuna linea di mercurio, si averanno 100 pertice, alle quali aggiugnendo un piede per la prima decina, due piedi per la seconda, 3. piedi per la terza, e così proseguendo fin all'a decima *inclusive*, si averanno ancora 55 piedi, che fanno 9 pertiche e un piede; quindi si dedurrano 109 pertiche ed un piede per l'altezza della montagna al di sopra del livello del mare.

E' vero che questo metodo non dà misure precise e che servendosi d'esso, non si può far capitale che di un appresso a poco: in primo luogo, perchè le sperienze, sopra le quali è appoggiato questo metodo, avendo ne' loro effetti variato, non determinano con precisione l'altezza che corrisponde ad una linea di mercurio; in 2. luogo perchè è difficilissimo giudicare con tutta la necessaria esattezza, quanto il barometro s'è abbassato, quando è arrivato al più alto della montagna: e finalmente perchè durante l'operazione, accader può qualche cambiamento nella parte dell'atmosfera che cuopre il luogo dove si opra. Ma quante occasioni vi ha, nelle quali non possono le misure geometriche essere adoperate, e nelle quali si può contentarsi di conocere coteste altezze, con lo svario di 10 in 12 pertiche?

Uno

Uno de' fini che si potrebbe ancora avere, nel far uso del barometro, sarebbe di conoscere l'estensione dell'atmosfera, determinando l'altezza di quella colonna d'aria, che sostiene quella del mercurio, e di cui abbiamo di sopra imparato a misurare il peso; pare che se ne potrebbe facilmente venire a capo, se l'aria dell'atmosfera, come dell'acqua, o di qualunque altro liquore, fosse per tutto d'una densità uniforme; imperocchè supponendo che una linea di mercurio, corrispondesse sempre a 10 pertiche di questa colonna, ella dovrebbe avere altrettante volte 10 pertiche, quante linee si contano in 28 pollici, altezza media del barometro al livello del mare. Ora vi sono 336 linee in 28 pollici, lo che darebbe 3360 pertiche per l'altezza totale dell'atmosfera: ma il fluido, di cui trattiamo, è una materia compressibile; e per questa ragione, le parti simili di questa colonna, venendo prese le une al di sopra delle altre, non debbono pesare egualmente, o (lo che è lo stesso,) tutte queste porzioni, per essere del medesimo peso, debbono avere lunghezze differenti; le più basse saranno più corte che quelle che sono al di sopra.

Questa difficoltà non impedirebbe tuttavolta che non si venisse a capo di calcolare con tal metodo l'altezza dell'atmosfera, se si sapesse appuntino, con qual progressione l'aria si rarefà, a misura che la di lei massa si diminuisce, o ch'ella trovasi men caricata per lo suo proprio peso: se fossimo certi per esempio, che la sua densità cresce e scema come i pesi che la comprimono, e che questa regola posta dal Signor Mariotte, può seguitarsi in tutte le sorte d'altez-

tezze. Ma tant'è lungi, che possiam far capitale di questa supposizione, che si sa, per moltissime osservazioni ed esperienze, non rarefarsi, nè comprimersi così l'aria, fuorchè in una densità mezzana; e ne'casi estremi seguitar ella un'altra progressione, non conosciuta abbastanza, e la quale dee certamente variare secondo certe circostanze. Più o meno di calore o di purità in una regione, a cui non possono estendersi le nostre osservazioni, basta per cagionare mutazioni notabili nel peso dell'atmosfera, e nella sua altezza. Si può, senza incertezza giudicare, dell'una per mezzo dell'altra, (io voglio dire, dell'altezza, per mezzo del peso,) quando s'ignora qual sia lo stato attuale dell'aria in tutta la sua estensione.

Un corpo elastico, che fortemente si è compresso con un certo numero di pesi eguali, quando viensi a scaricarlo a poco a poco, si dispiega e s'allenta a quantitadi, le quali van sempre crescendo, e seguitan da principio una progressione regolare; ma sul fine quando si tolgono gli ultimi pesi, lo sviluppamento o l'estensione della molla si fa con proporzioni molto più considerabili. Essendo l'aria un fluido elastico, si dee presumere, che nelle alte regioni, dove dal suo proprio peso ell'è men caricata, che in qualunque altro luogo, dove far possiamo delle prove, egli s'estende altresì molto più; dal che ne viene all'atmosfera un'altezza maggiore di quel ch'ella avrebbe, se giudicar ne dovessimo dalle quantità corrispondenti quaggiù ad una linea d'abbassamento del mercurio nel barometro.

Oltre di che, si dee por mente; che ad una

ad

ad una maggior distanza dal centro della terra la gravità si diminuisce, e la forza centrifuga cresce: queste due cagioni concorrono anch' esse a diminuire il peso dell'aria, ed a facilitare la sua rarefazione, nella parte più elevata dell'atmosfera.

Da queste differenti considerazioni, e dalle sperienze fatte col barometro, ne segue, che la nostra atmosfera, non può aver meno di 6 leghe d'estensione in altezza; segue pure (e questa è la comune opinione) che tal altezza può essere e di 15, e di 20 leghe: quai differenze! ed oh quanto noi siamo ancor poco informati su tale questione!

Il Signor de la Hire, mosso da quest'incertezza, e desiderando una soluzione più determinata del dubbio che verte circa quest'altezza, si propose di conoscere quanto l'atmosfera s'estenda in altezza, col far uso di un metodo, indicato da Keplero, ma che esso Sig. de la Hire perfezionò, e seppe adoperare più felicemente di quel celebre Astronomo. Ciò che chiamiamo *crepuscolo*, quella luce che dà cominciamento al giorno, innanzi che il Sol levi, e che fa durare dopo che il Sole è tramontato, è un effetto della riflessione, cagionata dall'atmosfera ne' raggi, i quali, se ciò non fosse, passerebbono al di sopra di quella parte della terra che noi abitiamo, e non l'illuminerebbono: questa luce riflettuta, che sensibilmente si scorge nel clima di Parigi, quando il Sole non è più basso di 18 gradi sotto dell'Orizonte, comincerebbe più tardi la mattina, e finirebbe più presto la sera, se l'atmosfera avesse meno d'estensione, perchè allora i raggi di luce potrebbono partire da un

punto

punto più elevato verso l' orizonte senza incontrar cotesta massa fluida, che rimanda verso la terra. Vi ha dunque una relazione necessaria, tra la durata de' crepuscoli, e l'altezza dell' atmosfera; e sendo la prima di queste due cose già nota, o facile a conoscersi, in tutte le posizioni della sfera, si vede ch' ella può generalmente condurre a scoprir l'altra. In fatti il Sig. de la Hire, e l'Hallejo, * maneggiando destramente, ed avvertitamente questo metodo, hanno conchiuso con molta probabilità l'altezza dell'atmosfera essere di 15 o 16 leghe; dico con molta probabilità, e non con certezza, perchè la loro dottrina s'attiene tuttavia ad alcune ipotesi, che forse non sono ben d' accordo con la natura e con la verità.

Se si conoscesse bene l' altezza dell'atmosfera per ciascun clima, si saprebbe qual sia la figura di tutta la sua massa; imperocche una serie di colonne, che dall' equatore fino ai poli, fossero schierate in un medesimo piano, formerebbe con le loro estremità, una curva, da cui risulterebbe la soluzione del problema. Ma restando tuttavia de' dubbj su la prima di queste due quistioni, la seconda rimane ancor' indecisa, almeno per quelli che non vogliono arrendersi fuorchè a ragioni del tutto evidenti.

Attese le osservazioni del Sig. Richer, fatte alle Cayenna, e quelle che quasi nel tempo medesimo si fecero col barometro in varj altri climi, si congetturò che l' altezza dell' atmosfera cresceva sempre più, dall'equatore venendo ai poli

* Hist. de l'Acad. des Sc. 1713.

poli, perchè il mercurio ſtaſſene più alto ne' paeſi ſettentrionali, che ſotto la linea equinoziale e ne' ſuoi contorni. Secondo queſta congettura, l'atmosfera formerebbe dunque, con la terra ch'ella involve, uno sferoide allungato verſo i poli, e la ſua groſſezza ſarebbe minore ſotto l'Equatore, che per tutt'altro luogo.

Ma ſenza far qui offeſa alle oſſervazioni del barometro, le quali non ſi ſono mai dipoi cambiate, e che replicate furono eziandio ultimamente con ſomma eſattezza, potrebbeſi per avventura, ſecondo me, congetturare diverſamente da quel che ſin ora s'è fatto, intorno alla figura eſteriore dell'atmosfera. Nel giudicare delle ſue altezze, da' ſuoi differenti gradi di preſſione, s'è egli forſe potuto traſcurare di por mente alla forza centrifuga riſultante dal moto della terra ſul ſuo aſſe, e comune fuor d'ogni dubbio all'aria che la circonda? Una ſimile conſiderazione ha fatto conchiudere che le parti del noſtro globo, per eſſere in equilibrio tra eſſe avean dovuto coordinarſi ſotto la forma d'uno sferoide più alto ſotto l'Equatore, che ai poli, ſiccome ſpiegato abbiamo in altro luogo *. Non ſi può forſe dire la ſteſſa coſa, e con maggior ragione ancora, d'un fluido più diſpoſto, per la ſua natura, a ubbidire alle leggi della Statica, ed a quelle delle forze centrali? E' molto probabile adunque, che l'aria ſia più alta tra i due tropici, ch'ella non l'è per tutt'altrove, perchè quella parte dell'atmosfera gira con maggior velocità, e la forza centrifuga ivi adopera più gagliardamente, e più diretamente contro la gravità

Si

* Tomo II.

Si può altresì aggiugnere, che sotto la Zona torrida, dove regna un calore più grande e più continuo, almeno verso la superfizie della terra, l'aria debbe ivi essere più rarefatta, e che le colonne per conseguenza debbono crescere in lunghezza per equilibrarsi con quelle d'un altro clima. Se il mercurio del barometro ivi stassene più basso, che nel Nord; non si può dubitare che l'aria non sia ivi meno pesante; ma questa minore gravità vien'ella forse dalla minore altezza delle colonne, oppur debbonsene incolpare le cagioni poc'anzi da me esposte? L'ultimo partito a me sembra il più verisimile.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si mescoli della neve, o del ghiaccio pistato, con del sale in un vase di vetro o di metallo assai sottile, ben asciutto al di fuori, e che tengasi circa un quarto d'ora in un luogo fresco.

EFFETTI.

Tutte le parti esterne del vase si cuoprono a poco a poco d'una spezie di brina, o di diacciuolo bianco; simile a quella che vediamo la mattina su i tetti, e su la superfizie della terra, verso il fine dell'Autunno, o sul principio dell'Inverno.

SPIEGAZIONI.

Il mescolamento di ghiaccio, e di sale raffredda considerabilmente le pareti del vase, che lo contengono; questo raffreddamento condensa subito l'aria esterna più prossima; e le particelle d'acqua onde quest'aria è caricata, essendo anch'elleno per la medesima ragione condensate, s'attaccano, e si gelano sul vase al primo suolo se ne aggiugne un altro, a questo il terzo, &c. lo che fa, che questa congelazione esteriore si addensa, e s'ispessisce più o meno, secondo la durata e l'intensione del freddo artifiziale, che la cagiona.

Se qualcuno fosse tentato a credere, che il predetto effetto non è altro, che una traspirazione di ciò che il vase contiene, presto potrebbe disingannarsi di quest'errore, assaggiando il ghiaccio esterno; imperocchè troverebbelo insipido, e differente da quel ch'egli esser dovrebbe, se si formasse d'acqua salata.

Per dileguare affatto una tal presunzione; prima di raffreddare il mio vase col mescuglio di sale e di ghiaccio, lo pongo in un altro vase di vetro, e fo sì che l'aria esterna non possa entrare nel poco d'intervallo che trovasi tra esso e l'altro; ed allora qualunque sia il raffreddamento, io non veggo alcuna congelazione attorno del vase rinchiuso; quella che vi si vede, quando rinchiuso non è, non può dunque attribuirsi se non all'umidità dell'aria esterna.

III. ES-

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Le *Figura* 1. rappresenta un fiasco rotondo di vetro assai trasparente, che ha da 9 in 10 pollici di diametro, non mai prima empiuto di alcun liquore, e ch'è unito al maggior recipienta della macchina pneumatica per mezzo d'un canale guernito d'un galletto, di maniera che si può aprire e chiudere la comunicazione tra i due vasi: la chiave del galletto, è forata in maniera, che quando il recipiente, ed il fiasco, od utre chimico non comunicano insieme, questi comunica con l'aria esterna: essendo dunque il canale chiuso, si estrae l'aria dal recipiente, e poi s'apre la comunicazione tra il fiasco, ed esso recipiente.

EFFETTI.

Se il fiasco rotondo è collocato tra 'l lume e l'occhio dello Spettattore, vi si scorge un vapore leggiero che s'aggira, e che si precipita verso l'inferior parte del vase; se nuova aria rientra nel fiasco, e se si apre di nuovo la comunicazione, subito si vede rinascere il vapore; e quest'effetto succede tante volte, quante si apre il galletto, purchè l'aria sia ancora sufficientemente rarefatta nel recipiente.

SPIEGAZIONI.

Sempre che si apre una comunicazione tra due capacitadi l'una delle quali è vuota d'aria fendone l'altra piena; questo fluido si estende, e si divide in tutte e due, secondo la proporzione che hanno fra esse, come si è detto trattando delle funzioni della macchina pneumatica; perciò, nel fiasco rotondo chimico della nostra sperienza, l'aria si rarefà considerabilmente, dacchè il vase comunica col recipiente evacuato d'aria. Ma però che i piccioli corpi stranieri, onde questa massa d'aria è pregna, non sono atti nati ad estendersi come la detta massa, eglino restano isolati, e in balìa del loro proprio peso, e del moto dell'aria che portasi da tutte le parti verso il canale di comunicazione, il che li fa circolare ed aggirarsi, cadendo in forma di vapore.

Il medesimo effetto si scorge sempre più o meno in ogni recipiente, ove comincisi a fare il vuoto; ed io avrei potuto contentarmi di ridurre a memoria questo fatto così familiare a chi si serve della macchina pneumatica, per provar che l'aria è sempre mista di materie straniere; ma si averebbe potuto oppormi, che questo vapore, il quale fa qui il fondamento della mia prova, proviene dall'umidità delle pelli bagnate che cuoprono la piastretta, e sopra le quali s'applica il vase; ma questo sospetto da me si dilegua, quando fo vedere questo vapore in un fiasco rotondo tersissimo, e nel quale nient'altro entra che l'aria immediata dell'atmosfera; chiunque non vorrà arrendersi

dersi a questa ragione, ne troverà parecchie altre, in uno scritto *, nel quale ho espressamente trattato di questa materia.

Potrebbe talun dimandare, perchè i corpuscoli, che formano il vapore accennato, non essendo visibili nell'aria dell'atmosfera, lo diventan, tosto che l'aria è rarefatta.

E' probabilissimo, che questi corpicciuoli, dacchè cessano d'essere sostenuti, piombino gli uni su gli altri, e s' uniscano per fermare alcune masse più grossiere, e per conseguenza più atte a vedersi.

Oltre di che, è un fatto, che da noi si esaminerà, quando tratteremo dell'Optica, che la trasparenza de' corpi va scemando, secondo che le loro parti diventano più dense l'une dell'altre: ora quando questa massa fluida, che riempie l'utre chimico, viene a rarefarsi, si diminuisce la sola densità dell'aria propriamente detta; ma la densità delle altre materie in esse mescolate, tutto all' opposto cresce; e questo doppio effetto dà senza dubbio occasione a quella piccola opacità che si vede, e che sparisce appresso, purgata che sia l'aria mercè d'una sufficiente rarefrazione, e spogliata ch'ella siasi di tutte le parti straniere.

APPLICAZIONI.

Si distinguono comunemente in due classi tutte le materie, che si sollevano dalla superficie della terra nell'atmosfera; l'una compren-

* Mem. de l'Acad. des Sc. 1740. p. 243.

de ſotto il nome di *Vapori*, tutto quello che ha della natura dell' acqua; nell' altra ſi ſchierano tutte le parti ſaline; ſulfuree; graſſe, ſpiritoſe, e queſte ſon denominante *Eſalazioni*.

Tutte queſte ſoſtanze, sì quelle ch' eſalano, come quello che ſi evaporano, eſſendo differentemente meſcolate o modificate, prendono forme e producono effetti, che variano aſſai, e che ſi conoſcono ſotto 'l nome di *Meteore*. Se ne poſſono diſtinguere di tre ſorte; cioè, quelle che ſon prodotte da' ſoli vapori, e che ſi chiamano Meteore *acquoſe*: come la nebbia, le nuvole, la pioggia, la brina, la grandine, &c. quelle che provengono dalle eſalazioni, le quali s' accendono, e che chiamanſi Meteore *infiammate*: tali ſono i lampi, i tuoni, i fuochi fatui, ec. e quelle, che riſultano da' vapori, e dalle eſalazioni combinate colla luce, e che chiamar ſi poſſono *luminoſe*: come l' arcobaleno, i parelii, ec.

Per non fare una digreſſion troppo lunga, mi baſterà diſcorrere qui per le meteore della prima ſpezie; e rimanderò il Lettore per ora ad altre Lezioni, nelle quali, col decorſo del tempo, tratterò del fuoco e della luce.

In tempo di giorno, i raggi del Sole riſcaldano ad un tratto e la terra, e l' aria, che la circonda. Quando il Sole è tramontato, il calore ch' egli ha prodotto, a poco a poco ſi rallenta; ma conſervaſi più lungo tempo ne' corpi, che hanno più di materia; di maniera che nella notte, la terra e le acque ſon comunemente più calde; che l' aria dell' atmoſfera. Allora la materia del fuoco, che tende ad eſpanderſi ſempre uniformemente a modo degli altri fluidi, paſſa

dalla

dalla terra nell'aria, e porta con sè le parti più sottili de'corpi terrestri, ch'ella distacca, ed eccita col suo moto. Questa particolare cagione unendosi con quelle delle quali abbiam già fatto cenno, favellando dell'elevazione de'vapori in generale *; fa che la parte dell'atmosfera più vicina alla terra riceva una maggior quantità di coteste parti evaporate: di qua proviene quell'umidità, che scorgesi sensibilmente sopra le vestimenta, quando si passeggia nella campagna nel tempo delle fresche rugiade della Primavera e dell' Autunno, e che si chiamano *il sereno*. Queste sorte di vapori s'attaccano più prontamente ed in maggior quantità ai zendadi, ed alle tele fine, che a'drappi grossi, perchè prendendo questi più lentamente che gli altri la temperatura dell' aria, che si raffredda, il fuoco che continua ad esalarne, porta via seco le particelle d'acqua che presentansi alla lor superfizie.

Il sereno dura tutta la notte, nelle stagioni e ne'climi, ove la terra si riscalda sufficientemente nel giorno. Al levar del Sole, il calor comincia a rinascere nell'atmosfera, l'aria, dilatandosi, si spoglia per l'ordinario di questi vapori, troppo forse sottili, e però non atti a riempiere i suoi pori; ovver seguon'essi la materia del fuoco, alla quale sono ancora uniti, e che ritorna allora verso la terra. I vapori che così ricadono, si chiaman *rugiade*; elleno sono più copiose ne'campi che alla città, e nelle campagne coperte d'alberi e di piante, che ne'luoghi aridi; imperocchè ne cadono, a proporzione che ne son sollevati.

Non

* Tomo II.

Non s'ha tuttavolta a confondere quella rugiada che cade dall'aria con quella che si osserva la mattina su le piante. Quelle goccie che si vedono su i gambi, e su le foglie, sono effetti della traspirazione; e si può facilmente restarne convinto, sol che si cuopra un cavolo, od un piede di lattuga nel tempo della notte; imperocchè vi si vedrà la mattina la medesima rugiada, che si suole vedervi, quando si lasciano alla scoperta. Le particelle d'acqua che formano tali gocce, provengono dalla terra, come le altre, e son elevate dalla cagione medesima, ma in luogo d'uscirne immediatamente, come per tutto altrove, elleno trapelano per li gambi, per li rami, per le foglie; il loro moto si rallenta, ed elleno restano molte assieme su l' orifizio de' canaletti, per li quali traspirano.

Gli Empirici, e gli Alchimisti hanno attribuite grandi virtù alla rugiada; ma è manifesto, che tutte le maraviglie che ne hanno decantate, non sono reali, niente più d'altre infinite chimere, colle quali e' sogliono pascere la lor fantasia, e la credulità degl'ignoranti.

Molti Autori hanno detto con più di fondamento e di verisimiglianza, che la rugiada può nuocere agli animali, che si guidano a pascolare troppo per tempo la mattina; e ch'ella può diminuire la fecondità delle terre, quand'è troppo copiosa: imperocchè quantunque questo vapore non sia per lo più, se non acqua, negar non si può che seco ei non trasporti dell' altre sostanze, che variano, o per la quantità, o per le qualità, secondo i luoghi, secondo i gradi del caldo, e secondo le piante, donde

de egli traspira. Ciò che ben prova, che la rugiada non è pura acqua, si è, ch'ella corrompesi, e depone; quando conservasi nelle bottiglie. Si può altresì attribuire alla rugiada, od al sereno che piomba, que' leggieri strati di materie grasse e sulfuree, che si rendon visibili dai lor colori d'Iride su la superfizie dell' acque stagnante, a capo d'alcuni giorni d'un tempo sereno; durante il quale non si vede cader dal cielo nient' altro, che cagionar possa quest' effetto.

Vi son eziandio de' casi, ne' quai la parte acquosa della rugiada non è più abbondante: allorchè quello che trasuda dalla pianta o dall' albero, è un sugo che s'addensa a misura che l'umidità si svapora; tali sono certe gomme, ed alcune specie di manne, di cui si serve la medicina.

Ora poichè la rugiada è un vapore che contiene un estratto delle materie minerali o vegetabili dalle quali ella esce; è certo ch'ella aver può delle qualitadi buone o cattive, secondo la natura de' principj, onde ella è pregna. Ma essendo, che in diversi luoghi nascono diverse piante, che ivi la natura varia e diversifica parimenti l'altre sue produzioni, e che il calore ch'eccita ed avviva l'esalazioni, non è nè sempre nè per tutto egualmente gagliardo, presumer si dee che la rugiada e il sereno cambino qualità secondo i tempi ed i luoghi, e che gli effetti de' quali sarebbe l'una o l'altro capace in tale stagione o nel tal clima, non avrebbon luogo altrove. o in altro tempo. A Roma, e nei suoi dintorni, per esempio, dicesi che sia cosa pericolosa, pigliar aria la sera; a Parigi,

si può

si può farlo impunemente: perchè qui il sereno non è quasi altro che un poco d'umidità; laddove in Italia, e vicino a Roma particolarmente cotesto vapore è caricato di esalazioni nocive, che han della natura del terreno, e la cui quantità corrisponde al gran caldo del clima, perciò non si può stabilire massima generale su questa materia.

Verso il fine dell'autunno, quando le notti cominciano a essere lunghe, la terra ha più tempo per raffreddarsi, e spessissimo la sua superfizie ed i corpi che son isolati, son tanto freddi, che agghiacciar possono le particelle d'acqua, delle quali la rugiada cadente suole cuoprirli: allora in vece dell'umidità, si vede su la zolla erbosa, su i tetti delle case, ec. uno strato di piccioli diacciuoli minutissimi, che si chiamano la *brinata*, ch'è bianca di colore, e che si fonde e si dilegua subito che il Sole comincia a far sentire il suo calore.

La rugiada, o la brina che si è liquefatta, si dilegua e dissipa in due maniere; ella rientra nelle terre aride e ne' corpi porosi che han maggiore disposizione ad assorbirla, che l'aria dell' atmosfera; ma per lo più ella si solleva di nuovo, o perchè una mediocre rarefazione mette l'atmosfera in istato di succiarla, o perchè un vento assai dolce vi trasporta un'aria più secca di quella sotto la quale se ne stava in prima.

Spesse fiate, quando la rugiada si solleva di nuovo, dimuisce la trasparenza dell'atmosfera, perchè allora le parti di questo vapore sono molto più grossiere, e si sollevano più lentamente. Queste due cause che nascono l'una dall'

dall' altra devono neceſſariamente render l' aria opaca: 1. perchè un corpo traſparente, tanto meno è tale, quanto le ſue parti più differiſcono per la lor denſità, come nel decorſo proveremo: 2. perchè il vapore che aſcende lentamente, ſi eſtende meno e diventa più denſo.

Ma queſta opacità, provegnente dalla rugiada che torna ad aſcendere, non occupa quaſi mai una porzione grande dell' atmosfera; ella riſtrigneſi, dirò così, in un angolo, e faſſi più gagliarda ne' luoghi baſſi ed umidi; e al di ſopra de' prati, che altrove; perchè, come abbiam detto, la rugiada ricade a proporzione di quanto ſe ne ſolleva; e ſe il tempo è in calma, ella debb' eſſere più copioſa la mattina, ne' luoghi che ne ſomminiſtrano una maggior quantità la notte. Per queſta ragione ſenza dubbio, non ſi vede ſopra delle Città e de' luoghi aſciutti l' atmosfera oſcurata dalla rugiada che rimonta, ma bensì più ſpeſſo nella vicinanza de' fiumi, degli ſtagni, e dell' erbe

Un pregiudizio generalmente ricevuto, e appoggiato a mere apparenze, avea introdotte e radicate, intorno alla rugiada ed al ſereno, certe falſe idee, le quali ſono ſtate in queſti ultimi tempi diſtrutte da diverſi Autori *. Il Lettore, vago di ſapere tutte le ſcoperte circa queſta materia, dee ſcorrere gli Scritti di queſti Autori, da noi citati nel margine; e troverà mol-

* Criſt. Lud. Gerſten, tentam. Francof. 1733. Muſchenb Saggi di Fiſica p. 753. Dufay, nelle Mem. dell' Ac. delle Sc. 1736.

moltissime esperienze ingegnose, e delle osservazioni non men curiose che nuove. Di tutti i fatti che ivi son riferiti, quello che sorprende maggiormente, si è, che il sereno o la rugiada pare che fugga e declini da certi Corpi, mentre s' attacca facilmente agli altri: il vetro, la porcellana e gran quantità d' altre materie s' inumidiscono considerabilmente, ed all' incontro de' pezzi di metallo pulito e lustro, comunque grandi ed estesi, esposti nel medesimo luogo, restano costantemente asciutti; e questa spezie di preferenza è sì manifesta, che uno scudo messo nel mezzo di un gran piato di majolica, o di vetro, non riceve punto d' umidità; abbenchè il resto del vase sia tutto bagnato.

Una certa disposizione dell' atmosfera, ed un concorso di circostanze, che sarebbe difficile additare con minutezza accurata, determinano talvolta una gran quantità di grossi vapori ad innalzarsi, appresso a poco come la rugiada che torna ad ascendere: allora questi vapori, che appena s' alzano, si espandono uniformemente nella parte bassa dell' atmosfera, e la rendono opaca, per tutto il tempo che vi dimoran sospesi.

Tutti questi vapori ondeggianti e bassi, sì quelli che vengono dalla rugiada matutina, come quelli che nascono in altri tempi, e in una maniera differente, si nominano *Nebbie*. Non sono per l' ordinario altro che acqua; ma qualche volta vi si mescolano delle esalazioni, che manifestansi col loro cattivo odore, con una certa acredine, che ferisce gli occhi, e col danno che cagionano a' frutti, ed a' grani. Regnan in

certi

certi anni delle nebbie o caligini, alle quali s' attribuisce il *melumè*, e la *ruggine*, morbi ordinarj pur troppo delle biade: alcuni uomini dotti hanno voluto rifondere in queste medesime cagioni, quello che osserviamo in certe spiche, il grano delle quali diventa nero; e s' allunga in forma di corno, e che gli agricoltori chiamano *Carbone*, *golpe*, o *grano cornuto*; la farina n' è perniciosa, e le si attribuisce una malattia, che regna qualche volta nelle campagne, ed è nota sotto 'l titolo di *fuoco Sant' Antonio*; si pretende eziandio ch' ella cagioni la gangrena.*

Nell' Inverno le nebbie sono più frequenti che nella state, perchè il freddo che regna nell' aria condensa prontamente i vapori, e non dà loro il tempo d' alzarsi gran fatto; se il freddo cresce, la nebia si gela, e s' attacca ai rami degli alberi, alle piante secche, ai capelli dei viaggiatori, alle crene de' cavalli, e generalmente a quanto si trova esposto; e quest' è quello che chiamiamo *Gelata*, *Diacciuoli* ec.

Quando le nebbie od i vapori atti a formarle; possono poggiare molt' alto, se ne fa degli ammassamenti, che ondeggiano e si ravvolgono, in balia del vento, nell' atmosfera, e son appunto quelle *nuvole*; che vediamo sospese quinci e quindi sopra di noi, e che di quando in quando per la loro opacità, ci occultano il Sole; e gli altri corpi risplendenti; le figure e le grandezze di cotai nuvole variano all' infinito, secondo la quantità de' vapori che le for-

* Hist. de l' Ac. des Sc. 1710. Journ. des Sav. Mars 1716.

formano, e secondo la maniera ond'elleno si dispongono nell'unirsi; lo che dipende assai dalla direzione e da diversi gradi di velocitadi, che danno loro i venti.

Le nuvole non sono tutte egualmente elevate, perchè dovendo elleno stare sempre in equilibrio con l'aria nella quale fluttuano, ed essendo questo fluido più raro ad una maggior distanza dalla terra, i vapori più sottilizzati possono sostenersi, dove i più crassi troverebbonsi di soverchio pesanti, e per tal cagione quelle folte nubi, che son vicine a disfarsi in pioggia, sono ordinariamente molto basse. Color che viaggiano sovr'altre montagne, come quelle dell'Alpi, o de'Pirenei, passano bene spesso a traverso delle nuvole, le quali rubban dalla loro vista la sottoposta terra, dopo d'aver loro nascosto il cielo; i meno attenti osservan anch'eglino, che a tali altezze la terra è sempre molto umettata dalle nuvole, che vengono ivi a rompersi; lo che ajuta a mantener perenni que' torrenti, e quelle fontane, che così spesso si trovano alle falde, e nelle vicinanze de' monti. Cosi nel tempo stesso, ch'e' non piove, le nuvole sono altrettante semite d'acqua, distribuite dai venti in diverse contrade, e che vanno come a vuotarsi verso le montagne, donde poscia si spandono nelle pianure per li canali sotterranei, fattivi dalla natura. Ma le nuvole non si vuotano sempre a questo modo; il più delle volte, elleno s'addensano o per l'azion de' venti che le spingono l'une contro dell'altre, o per la condensazione dell'aria che le porta; e allora le loro parti riunite in gocce diventano troppo pesanti,

ti, fanno, cadendo, quel che chiamiamo *Pioggia*.

Quando questa condensazione si fa lentamente od i vapori cadono soltanto, perchè l' aria che li sostiene si rarefà, come accade talvolta doppo una nebbia mattutina; allora le gocce restano picciolissime; la pioggia che formano, è finissima, e si dice che *pioviggina*. Al contrario, quando i vapori si condensano precipitatamente e in una parte poco elevata dell' atmosfera, ove l'aria hà maggior densità, le gocce acquistano maggior grossezza, e restano più disgiunte le une dall'altre, come osserviamo quasi sempre nelle pioggie tempestose, o sia ne rovesci.

I raffreddamenti, che si fanno nella regione delle nuvole, non solamente condensano i vapori e li convertono in pioggie; ma accade spesso che il freddo è sì grande, che li fa gelare: allora piombano giù in *neve*, o in *grandine*; in neve se la congelazione prende i vapori, avanti che siensi riuniti in grosse stille; imperocchè cotesti diacciuoli infinitamente piccoli, unendosi male fra essi, non possono comporre se non fiocchi leggierissimi; in grandine, se le particelle d'acqua hanno tempo di unirsi avanti che essere colte dal gelo.

La grandine non dovrebbe mai essere naturalmente più grossa, che gocce di pioggia; se talor ne vediam cadere de' pezzi, che eguagliano in grossezza una noce, od un ovo, quest'è perchè molti grani s' uniscono insieme nel cadere: ovvero quando hanno ricevuto un grado di freddo sufficiente gelano tutte le particelle d'acqua che toccano nella lor discesa; e diventano

come i noccioli di più suoli di ghiaccio, che aumentano il lor volume ed il peso. Perciò la gragnuola grossa, è sempre molto piena d'angoli, ed i grani rotondati, non sono mai d'una densità uniforme, prendendo dalla superfizie fino al centro.

Si è veduto, quantunque molto di rado, cadere in forma di pioggia o di grandine, materie le quali non erano acqua. Nel 1695. cadde in Irlanda una pioggia grassa e viscosa, che restò per 14, o 15 giorni ne' luoghi dove s'era raccolta, e che diventò nera, seccandosi. Nelle memorie di Breslavia (Ott. 1723.) si fa menzion d'una pioggia di solfo, che mise in ispavento tutta la Città di Brunsvvick. Gli abitatori di Copenhague, nel 1649. raccolsero pure del solfo nelle strade dopo una grossa pioggia, che n'avea l'odore. Scheuchzero osservò nel 1677. una polvere gialla che cadè abbondantemente, e che di facile averebbe talun presa per solfo; ma esaminandola con attenzione, egli si determinò a credere che quella materia venisse dal fior de' giovani pini, che son piantati ne' contorni del Lago di Zurigo, dov' egli fece questa osservazione. Si son vedute delle pioggie di sabbia, ad una considerabil distanza dal mare; e quest'era senza dubbio un effetto del vento o della tempesta, come pure le pioggie di ceneri e di pietre, se si può nominarle pioggie, sono cagionate dalle eruzioni dei Volcani.

Del resto, quando succedono tali fenomeni, si deve, prima di dare il suo giudizio, esaminarli con molta circospezione, e non cedere precipitatamente alle prime apparenze; imperocchè

chè d' ordinario l' attenzion d' un osservatore intelligente dilegua e rimove una falsa maraviglia, e svela una verità oscurata dalle circostanze. Se si giudicasse, esempigrazia, senz' altro esame, che tutto quello che si scorge di nuovo su la terra, dopo o durante la pioggia, proviene, come le goccie d' acqua, dalla nuvola o dall' atmosfera, si crederebbe col volgo, che piovono totalmente delle botte, del sangue, del grano ec. Ma quando si sa che tutti gli animali, sino i reptili e gl' insetti, hanno una generazione regolata, e che fassi per le vie medesime in cadauna spezie; che la botta, appresso a poco siccome la rana, viene da un' ovaja pesante e grossa, così che elevar non si può a guisa de' vapori, e che la femina di questa razza di animali, che fa quest' uova, ed il maschio che le feconda non possono nell' aria reggersi; ragion costrigne a pensare, che tutti questi animaletti, nuovamente spuntati, ed ascosi sotto all' erbe, od altrove, sono determinati dalla pioggia ad uscire da lor nascondigli; e rigettasi per ridicola l' opinione, che sien casualmente nati, e che abbian potuto cadere sopra la terra la più dura e la più soda, senza schiacciarsi.

Alcune macchie rosse, onde si son trovati tinti i muri ed i tetti delle case in varj tempi, hanno fatto credere al popolo ignorante e preoccupatto dal timore, che fosse piovuto sangue: gli storici eziandio * hanno trasmesse a' posteri questi orrendi fenomini, e non han mancato di accozzarli con altri avvenimenti contempora-

* Plut. Dion. Tit. Liv. Plinio, ec.

poranei, sin a che finalmente alcuni dotti * più occulati osservarono, che la pretesa pioggia di sangue avea segnati o macchiati de' luoghi coperti, come il di sotto de' tavolati, delle porte, e delle finestre, e che subito dopo, l' aria trovavasi ripiena d'un' innumerabile moltitudine d'insetti d'una medesima spezie.

La prima di queste osservazioni prova a prima giunta e senza replica, che le macchie rosse non erano le vestigie d'una pioggia caduta dall'alto. La seconda fa conoscere col tempo, qual fosse la loro vera origine: ed ecco come si spiegò il fatto dopo averci un po riflettuto.

Quando una farfalla esce dalla sua crisalide, ella depone sempre due o tre gocce d'una serosità rossa; che molto rassomiglia a sangue; ora vi è tal circostanza di tempo, in cui ne nasce un numero prodigioso, imperocchè cotali insetti, come la maggior parte degli altri, son fecondissimi, e se tutte l' uova venissero a bene, noi ne patiremmo gran disagio: ancora vige la ricordanca del danno che apportò una sola spezie di ruca nelle vicinanze di Parigi, nella state del 1735. non rimasero legumi ne' paludi, e fino allo strame, o l' erba de' prati, tutto fu corroso ne' giardini e ne' campi. Qualor adunque un egual numero di ruche, diventate crisalidi si cangiano in farfalle, quante veder non si debbono macchie rosse, posto che sieno d'una spezie, che s'attacca alle mura e agli edifizi: imperocchè molte pongonsi a terra, e molte ancora

cora

* Peiresc. Meret.

cora s'attaccano a' fusti delle piante: ed allor non si scorgon quasi per niente le tracce della loro metamorfosi.

Le pioggie di grani, sono anch'elleno mere apparenze, e nulla di reale, come quelle di sangue; è vero che si è veduto qualche volta, dopo un rovescio; la terra coperta d'una grande quantità di grani minuti, che somigliano in qualche modo al formento: i contadini che gli hanno racolti, e che hanno procurato di farne del pane; han creduto, che fosse caduto dal Cielo, e secondo il modo di pensare della plebe, ne hanno tratto certe congetture, riguardanti la carestia, o l'abbondanza. Ma gli uomini più illuminati, e meno soggetti a pregiudizj hanno scorto, che questi grani erano piccioli bulbi, i quali si formano in gran quantità alle radici d'una spezie di ranuncolo chiamato *la piccola celidonia*, ed allora tutto il mirabile sparisce: imperocchè si sa, che le radici di questa pianta sono sottilissime, ed a fior di terra; elleno sono piccole fila striscianti, che si seccano, e che spariscono; ed i loro bulbi che hanno più consistenza, restano isolati, e rassomigliano alquanto a grani sparsi sopra la terra.

Essendo le nuvole, amassamenti di vapori, se ne fan più che altrove, di sopra de' mari e de' gran laghi, dove l'evaporazione è più abbondante. Quindi è che le pioggie; (*ceteris paribus*) sono più frequenti in vicinanza alle Coste, che nel mezzo della terra ferma, o delle grand'Isole. In Ollanda, per esempio, piove comunemente, più che ne' contorni di Parigi; e quando il vento è al mezzodì, o a Ponente,

 noi

noi abbiamo d'ordinario un tempo piovoſo a cauſa del Mediterraneo e dell'Oceano, da'quai mari non ſiamo guari diſcoſti.

Si miſura continuamente, nell'Oſſervatorio Regio, la quantità di pioggia che cade nel corſo dell'anno, come da lungo tempo ſi pratica in Inghilterra, in Italia, in Ollanda, e in molte Città della Germania. Tali oſſevazioni ſi fanno col mezzo d'un vaſe quadrato o cilindrico, diviſo in gradi nel di dentro ſecondo la ſua altezza; ma però al coperto del vento. Ogni volta che piove, ſi ſegna ſopra un giornale, quante linee l'acqua ſi ſia innalzata nel vaſe; e a capo dell'anno ſommando tutte queſte quantità, ſi vede qual è la ſomma totale della pioggia che è caduta nel giro di 12 meſi. Procedendo così, ſi è ſaputo, che negli anni medj, cadono a Parigi circa 19 pollici d'acqua; a Londra 37 pollici $\frac{1}{2}$ miſura d'Inghilterra, lo che fa circa 35 pollici di Francia; a Roma 20 pollici, a Zurigo 32, a Utrecht 24.

La pioggia purifica l'atmosfera, precipitando con eſſa tutte l'eſalazioni che vi ſi raccolgono nel tempo aſciutto, e la ſoverchia quantità delle quali corromperebbe l'aria, cauſerebbe delle malattie epidemiche. Di queſto effetto ognun facilmente s'accorge, non ſol perchè dopo la pioggia meglio ſi reſpira, ma ancor perchè l'aria diventa più diafana; gli oggetti ſi veggono più diſtintamente e più da lungi, e non mai i cannocchiali fanno così buon effetto, come dopo un roveſcio di pioggia, e in un tempo di calma.

Un altro effetto della pioggia, utiliſſimo, è quello di rinfreſcar l'aria, e di moderare il ca-

calore, che c'incomoda in certe ſtagioni. Se ne ſcopre la cauſa, qualor ſi ſa che la regione delle nuvole, è quaſi ſempre molto più fredda, che quella parte dell' atmosfera, in cui ſiam noi. Queſt' è un fatto, di cui non ſono ignari coloro che hanno veduta la cima delle montagne coperta di neve, quando ancor fa gran caldo ne' luoghi baſſi. Così, quando piove la ſtate, ell' è acqua fredda, che filtraſi a traverſo d' un' aria più calda, che però neceſſariamente perde allora una parte del ſuo caldo

Ma di tutti i buoni effetti della pioggia, di niuno abbiam più di biſogno, e niuno ridonda in maggior noſtro vantaggio, che la parte ch' ha ella nella fertilezza della terra: quando la pioggia manca per troppo lungo tempo, e quando nient' altro v'è che le ſupplisca, tutto diventa arido ne' campi, e la loro coltura è vana: ma quando ella moderatamente gl' irriga, ammolliſce la terra, mantiene la pieghevolezza delle piante, raduna i principj del ſugo nutrizio, e gli ſerve di veicolo; per introdurlo nelle radici, e per diſtribuirlo nel tronco e ne' rami.

Eſſendo che i vapori, che deon cadere in pioggia, ſollevano inſieme con loro ſteſſi, od incontrano nell' atmosfera le parti le più ſottili di tutte quelle ſoſtanze, che la natura fa entrare nella compoſizione de' miſti, i ſali, i ſolfi, gli olj, ec. le nuvole agitate da' venti, traſportano tutti queſti principj da un luogo in un altro, e li diſtribuiſcono in tal guiſa, che non vengon mai meno. Per dar dunque loro il tempo di raccoglierſi, ſi laſcian ripoſare le terra

già esauste e stanche oppur se ne variano le semenze: imperocchè una pianta può bene spesso far senza di quello che un'altra attrae per sè della terra.

Le pioggie possono avere ancora de' cattivi effetti, siccome ne han de' buoni; quando sono fredde o troppo frequenti, quando cadono fuori di stagione, ritardan i progressi della vegetazione, e la maturità de' frutti; marciscono le raccolte, e fan germogliare il grano su i campi; fanno perire il salvatico, rovinano le strade, rendono impraticabile la navigazione de' fiumi, per gli allagamenti, e le rotte che cagionano; e tutti questi pessimi effetti danneggiano, interrompono il commercio, e fan venire la carestia.

Si vede molto spesso sul mare, e molto più di rado nel continente, un fenomeno strano, e pericolosissimo, cui chiamano *Tromba* (Scione): quest'è una nuvola densa, che si allunga dall' alto al basso, in forma di colonna cilindrica, o di cono rovesciato; ella gitta attorno di sè molta pioggia o grandine, e fa un romore simile a quello del mare agitato; ella poi atterra gli alberi e le case per tutto dove passa, e quando si gitta sopra d'un vascello, immancabilmente lo sommerge. I marinari che conoscono questo pericolo, se n'allontanano più che possono; e quando non riesce loro di schivare che s'avvicini, procurano di rompere cotesta nuvola sparando il cannone, prima ch' esservi di sotto, per rimovere l'inondazione onde son minacciati. Pochi osservatori hanno avuto il comodo di esaminare da presso queste sorte di accidenti; e però non siamo per anche istruiti bene della ma-

maniera onde nascono. Si crede * con molta verisimiglianza, che la nuvola determinata a girare dalla doppia impulsione di due venti contrarj, e le direzioni de' quali sono parallele; prenda la forma d'un vortice d'acqua, che s'allunga e s'allarga più o meno, secondo la velocità con la quale gira, e secondo l'estensione in altezza de' venti che l'agitano.

Averei molt'altre cose da dire circa le meteore acquose; ma passerei i limiti che mi ho prescritti in un'opera, nella quale ho proposto, non già di dare una Storia completa degli effetti naturali; ma più tosto d'esporre le cagioni di quegli effetti, che sono i più noti, e di maggior rilievo: il Lettore che bramerà saperne di più potrà vedere gli Autori ** che su questa materia hanno scritto *ex professo*, e le Memorie dell'Accademie principali, ove trovasi una Raccolta d'osservazioni Meteorologiche per ogni anno.

ARTICOLO II.

Dell'Atmosfera considerata come un fluido in moto.

S'osservano principalmente due sorte di moti nell'aria dell'atmosfera: l'uno è un certo fremito, impresso alle parti di questo fluido, e che le agita per alcuni istanti, senza muoverle

* Mem. de l'Acad. des Sc. 1727.
** *Stambusius*, *Decbales*, *Gesten*, *Musch.* &c.

le di luogo o traportarlé; (*a*) l'altro e un traportamento successivo, che si fa d'un gran volume d'aria, con una velocità sensibile, e una direzione determinata. Il primo di questi due moti si chiama *suono*; il secondo è quello, che *vento* s'appella.

Del Suono in genere.

Il Suono nasce comunemente dall'urto, o dalla collisione di due corpi, le parti de' quali scosse fanno, con esse, e da tutte le parti fino ad una certa distanza, fremere il fluido che le circonda; e questo fremito, o mormorio, si comunica agli altri corpi, che ne son suscettibili, e che s'incontrano in quella sfera d'attività; di maniera che la stessa campana che si fa suonare, può farsi sentire da un numero infinito di persone, poste per tutt'intorno. Consideriamo dunque il suono, 1. nel corpo sonoro; 2. nel mezzo che lo trasmette; 3. nell'organo che ne riceve l'impressione. Si potrebbe ancora tentare di andargli dietro fin nell'anima che ne percepisce

(*a*) Si potrebbe dire contro questa definizione, che lo strepito del cannone spezza le vetriate d'un appartamento vicino, il che non si può fare senza un traportamento sensibile della massa d'aria che le tocca, e le sprofonda; ma si vedrà facilmente dalle cose ch'esporremo in quest' articolo, che tal commozione violenta dell'aria può talvolta accompagnare il suono o lo strepito, ma ch'ella non è essenziale, e non s'incontra ne' casi più ordinarj.

ſce l' idea; ma ciò appartiene alla Metafiſica ed è fuori del mio ſcopo: farò, parlando dell' udito, come ho fatto nel ragionare degli altri Senſi; mi contenterò di condur l'oggetto ſino alla parte dell' organo, dove ſi compie la ſenſazione, e laſcerò d'eſaminare, come naſcano le idee, per occaſion dell' oggetto ſenſibile.

De' Corpi ſonori.

Si chiamano *corpi ſonori*, propriamente detti, quelli, i ſuoni de' quali dopo l'urto, o il fregamento, che li genera, ſono diſtinti, comparabili, e di qualche durata. Imperocchè non debbono così nominarſi quelli la caduta, o la ſcoſſa de' quali non fa ſentire, ſe non uno ſtrepito confuſo, o repentino, come quello d' una corvetta che ſi diſcarica, il mormorio d' un acqua corrente, od il mugito dell' onde agitate. Ora ſi oſſerva, che ſolo i corpi elaſtici ſon veramente ſonori, ſecondo queſta definizione; e che il ſuono che danno, è ſempre proporzionale alle loro vibrazioni, sì per la durata, come per l'intenſione o forza.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Figura* 2. rappreſenta una campana di vetro, ſoſpeſa con ſaldezza, fra due ſtipiti alzati ſopra una baſe; ſi percuote leggiermente, e con più colpi gli orli di queſta campana, per far che ſuo-

suoni: e tosto poi si fa avanzare la vite *A*, che ha la sua contravite nel grosso dello stipite; e si fa ella avanzare fino che l'estremità sia molto da presso alla campana, senza però toccarla

SPIEGAZIONI.

Si sente un piccolo fremito del vetro contro la punta della vite, e questo romore dura, quanto il suono della campana sussiste.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si attacca a due pesi fissi una corda di cembalo o di viola, che ha circa due piedi di lunghezza, e con un curadenti, ovvero con una spilla, si preme sopra il mezzo di essa corda, per darle moto.

EFFETTI.

Finche la corda risuona, la vediamo sotto la figura d'un parallelogrammo BCDE, *Fig. 3.* e tal figura cessa insieme col suono, dacchè ella si tocca col dito, o con qualche altro corpo solido.

SPIEGAZIONI.

Si può considerare una campana, come una serie o fila di zone circolari, i cui diametri, decrescendo secondo una certa proporzione, sono

no rappresentati dallle linee puntate 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, *Fig.* 4. e ciascuna Zona, relativamente alla sua grossezza, considerar si può, come un anello piatto, composto di più circonferenze concentriche; *Fig.* 5. Quello ch'io dirò d'uno di questi anelli piatti, deb' intendersi di tutte le Zone.

Se la materia della campana non fosse porosa, tutte le circonferenze concentriche, componenti la larghezza d'un anello, e che fan la grossezza della campana, sarebbono altrettante linee piene, e senza interruzione, come le rappresenta la *Fig.* 5. Ma però che le parti che le compongono, lasciano fra esse de' piccoli intervalli, questi anelli sono rappresentati dalla *Fig.* 6. in un modo più conforme alla natura.

Ora il Lettore si ricordi quello che abbiam detto * spiegando il moto reflesso; „ Che una „ palla elastica, la qual cade sopra un marmo, „ perde la sua figura sferica, e non la ripiglia „ se non dopo d' essere stata per qualche tempo „ un ellipsoide, il cui gran diametro è di due „ volte una orizontale e verticale. „ Di qua segue, che quando si colpisce esternamente l' orlo d' una campana, ch' è un anello elastico *a b*, *c*, *d*, *Fig.* 17. diventa alternativamente ovale per due versi; ed in questo stesso consistono le sue vibrazioni. Così la medesima parte della campana *a*, per esempio, portandosi di *f* in *g*, e di *g* in *f* successivamente con una grande velocità, urta altrettante volte l' estremità della vite, e fa sentire quel fremito, ch' è stato l' effetto principale della prima esperienza.

Ma

* Tomo I.

Ma queſt' anello circolare non può diventare ovale fuorchè con due condizioni: primieramente, biſogna che in due luoghi oppoſti della ſua circonferenza, le picciole lamine, od i piccioli filetti che lo compongono, ſi pieghino ſubito maggiormente; e poi meno di quel che fanno allorchè compongono un circolo: ſecondariamente, è neceſſario, che ne' luoghi della maggior curvatura, quelle parti che formano gli ſtrati eſteriori, ſi ſcoſtino l'une dall'altre, più che nol ſono nel loro ſtato ordinario.

In quanto alla corda teſa, convien pure ricordarſi quello che ne abbiam detto * parlando delle leggi della molla, o dell' elaterio, " che „ le ſue vibrazioni, che ce la fan vedere ſotto „ la figura d'un parallelogrammo, (perchè ſono ſempre prontiſſime, e le impreſſioni che ce la rappreſentano, facendo un angolo in cima, ſuſſiſtono ancora nel fondo dell' occhio, quando ne naſcon dell'altre, che ce la fan vedere formante un angolo abbaſſo;) che queſte vibra„ zioni, diſſi, ſi fanno in conſeguenza della „ reazione di tutte le piccole fibre, ond' ella è „ compoſta. „ Imperocchè quando queſta corda diventa angolare, ell' e più longa, che quando tende in retta linea da un punto fiſſo all'altro. Biſogna dunque che le ſue menome parti ſi ſcoſtino un poco l'une dall'altre, per cedere a queſto allungamento, e che ſi ravvicinino, per ridurſi nella prima lunghezza.

Quindi nella corda, come nella campana, quando s'eccita il ſuono, io concepiſco due ſorte di vibrazioni, le une, che chiamerò *totali*, per-

* Tomo I.

perchè sono del corpo sonoro tutt' intero, quelle che rendono ovali, di circolari che sono, le Zone, o fasce della campana, e che ci fan vedere una corda di viola o di cembalo sotto la figura d'un parallelogrammo; le altre, che chiamerò *particolari*, le quali appartengono alle parti sensibili, e che si possono considerare come gli elementi delle prime.

Era stato sempre creduto, che i corpi fosser sonori per le loro vibrazioni totali; ma ognuno s'è di questa falsa idea disingannato, e di tal correzione, siamo spezialmente debitori alli Signori Perault, Carrè, e de la Hire. L'ultimo di questi tre Accademici prova con una esperienza semplicissima che il suono consiste essenzialmente nelle vibrazioni particolari delle parti insensibili: „ Si tenga, dic' egli, col dito sospesa „ una piccola morsa, o molla, e con l'altra „ mano si premano o stringano i due rami o „ le due braccia per lasciarli poscia scappare; „ eglino mettonsi in vibrazioni, ma restan mutole: laddove se lor si dia moto in altra maniera, cioè battendovi sopra con un dito, o „ con qualch' altro corpo solido, faranno ancora delle vibrazioni, come nella prima prova, „ ma averanno di più un suono intelligibile: „ che v'è di più qui, se non se un tremore nelle parti del ferro, che si sente, quando vi si „ accosta bel bello la mano?

A coteste parti dunque, che fremono, dev' essere il suono attribuito; e dopo questa esperienza si debb' essere persuaso, che ogni volta che sarà possibile separare queste due spezie di vibrazioni, non si averà mai alcun suono con quelle che chiamiamo totali; ma quando que-

ste

ste nascono dall'altre, (e quest'è il caso più ordinario) quantunque elleno non facciano il suono per se stesse, ne regolano tuttavia la forza, la durazione e le modificazioni.

APPLICAZIONI.

La spiegazione delle due Sperienze soprallegate, può servire a render ragione di molti fatti che si riferiscono a questa materia, e che meritano attenzione. Perchè, esempigrazia, si fan le campane d'un metallo composto di stagno e di rame rosso? Perchè ogni metallo composto è più duro, e più rigido, e per conseguenza più elastico che i metalli semplici, ch'entrano nel miscuglio: e sendo che i corpi sonori, tanto più sono tali, quanto le loro parti hanno più d'elastico, si collega e s'unisce insieme la materia delle campane e de' timpani per trarne maggior suono. La maggior parte de' sonagli o campanelli tuttavolta, è di rame; ma quest'è un cattivo rame, un metallo divenuto aspro: essendo questa materia molto dura, rigida, e frangibile, ell'è più dolce. Quando si fanno de' campanelli d'argento per li gabinetti, e studj; non ponno avere se non suono cattivo; se il metallo è senza lega; o se non vi si supplisce, gittandolo nella fucina, e battendolo freddo, lo che gli dà più elaterio,

Si fa cessare di repente il suono d'una campana, col toccarla colla mano, o con altro corpo, perchè s'interrompono le vibrazioni. Per questo i timpani o le campane degli orologi, quando sono coperte di neve, suonano con voce muta, nè più

nè

ne meno che i tamburri; che si cuoprono a tal fine di panno nelle cerimonie lugubri. Per la stessa ragione una campana fessa non può continuare le sue vibrazioni, perchè i labbri della fessura si urtano reciprocamente, e fanno, l'uno riguardo all' altro, ciò che potrebbe fare un corpo straniero, che toccasse la campana. Il suono sarebbe probabilmente meno interrotto, se in vece d'avere una semplice fessura, ella fosse aperta la larghezza d' un dito traverso o più. Si può osservare ancora, che gli Orivolaj hanno sempre l'avvedimento di far, che i martelli de' timpani sieno di nuovo in un subito alzati dopo il colpo, e vi riescon mediante una molla, acciocchè il medesimo corpo che ha eccitato il suono, non lo alteri, rimanendo troppo a lungo attaccato o combaciante il corpo sonoro.

Poichè il suono non è mai altro che una serie di vibrazioni, si dee concepire, che niun suono è assolutamente continuo; se tale ci appare, si è, perchè il silenzio da una vibrazione all'altra è troppo corto, nè però avvertibile. Niuna cosa è più capace a persuadere di questa verità, che un istrumento suonato a piva, come l'oboè, o la cornamusa: una piva è composta di due laminette elastiche, e sottili, di metallo, di legno, o di qualche altra materia; elleno sono da un capo congiunte, e formano insieme un picciol tubo; dall' altro capo sono piatte, e s'approssimano molto senza però toccarsi. Quando il soffio della bocca, od il vento d'un manticetto fa giocare o movere la piva, le due lamine battono l'una contro l'altra con un estrema velocità, e mandano un suono che

pare

pare così continuo, come quello d'un flauto, o d'un violino. Frattanto provenendo questo suono da' colpi moltiplicati d'una laminetta sopra l'altra, è incontrastabile che vi è un piccolo intervallo tra i battimenti, e che il suono, che mandano non è continuo.

Similissima a quella d'una lengtella o piva, è la meccanica, per cui si forma la voce di moltissimi insetti; imperocchè è un errore credere che il ronzare delle mosche, lo stridere delle cicale, quel delle cavallette, e de' grilli, provenga dalla bocca di cotesti animaletti, o dagli organi per mezzo de' quali ricevono il loro nutrimento: in alcuni di essi attribuir si dee la lor voce ad un certo battimento delle ali; in altri al moto d'una spezie di tamburo, che hanno talor nel ventre, come la cicala; e talor su la schiena, come è facile osservarlo in certe cavallette, che si ritirano ne' spinaj, e che non hanno ali.

Ma debb' egli sempre il Suono l'origin sua all'urto, od ai battimenti di due corpi solidi, come quello d'una campana, ch'è battuta da un martello, o quello d'una corda ch'è pizzicata dall'unghia o dall'estremità d'una penna? Sono forse i fluidi sonori per se stessi? ovver percossi eglino da corpi duri, sono per avventura capaci di mandar questi suoni?

Sappiamo a qual partito attenerci su tali questioni, quando riflettiamo un poco sopra certi effetti che giornalmente presentansi. Una battuta di sferza che un carrettiere, od un postiglione risuonar fa; il ronzamento d'una piccola assicella che un fanciullo fa girare all'estremità d'un funicolo, il fischiare d'una bacchet-

ta che scuotesi con grande velocità, che altro è, se non se il suono dell'aria battuta da un corpo duro? In tutti questi casi, e in altri infiniti, è dunque un fluido che risuona, le cui parti si mettono in vibrazioni per essere state percosse da un corpo solido. Nel suono d'un zufolo o d'un flauto, io non veggo altro, che un certo volume d'aria, che parte dalla bocca del suonatore, per colpire un'altra massa d'aria contenuta nell'istrumento: imperocchè io penso che le vibrazioni del legno non ci entrino per niente, (se non se forse per trasmettere con più o meno di scroscio, il suono già formato.) Quel che mi fa credere che le vibrazioni del flauto non partecipano alla formazione de' suoni ch'egli manda, si è, ch'esso strumento si tiene e si tocca mentre è eccitato, e mentre suona, così che le sue vibrazioni, se il legno ne avesse, cesserebbono a questi toccamenti. L' istrumento non serve dunque ad altro, per dir così, che di misura e d'involgimento al volume d'aria, su cui si soffia; e dir si può che tutti i casi, che a questo essenzialmente somigliano, sono tanti esempj di suono mandato da' fluidi, che si urtano fra loro.

Vi ha delle persone, come è noto, che rompono un vetro o bicchiere col suono della loro voce, presentando l'apertura della coppa alla lor bocca. Non è già, come certuni hanno creduto, che ciò facciano, prendendo un suono aspro e dissonante, nè come ha preteso il Morofio *, (che ha fatto una dissertazione intera

T 2 so-

* *Morhof. de Siph. vit. per cert. humanæ vocis sonum fracto.*

sopra questo fatto) per lo penetrar che fa l'aria agitata dalla voce, e che lo sforzi ad aprirsi. Tutt' al contrario succede la frattura, con prendere l'unisono del vetro, e solamente sforzando la voce; imperocchè allora si aumenta la grandezza delle vibrazioni totali, e per conseguenza di quelle vibrazioni particolari, da cui elleno risultano; ma però che queste seconde vibrazioni non possono seguire senza che le parti del vetro si scostino le une dall' altre, quando diventan troppo grandi; lo scostamento di queste parti giugne fino alla separazione, o soluzione del continuo, ed allora il vetro va in pezzi; a dir tutto in breve, la voce sforzata, fa sul vetro quello che fa un archetto, che si strascica troppo forte sopra un cantino. E questo pure è un esempio del suono eccitato, o almeno cresciuto, in un corpo solido coll' urto d'un fluido.

Del Mezzo, che trasmette i suoni.

Le vibrazioni d'un corpo sonoro, sarebbonsi in un perfetto silenzio, se non vi fosse tra lui e noi una qualche materia capace di ricevere e trasmettere questa spezie di moto: imperocchè tal è l'ordine della natura, che un corpo non opera sopra d'un altro, se non lo tocca per se medesimo, o per mezzo di qualche materia interposta; e di cui tutti quelli che hanno escogitate delle eccezioni a questa legge generale, si può dire, che niuno ne ha per anche date delle prove sufficienti. Ma quand' anche il corpo sonoro operasse sopra una materia, la propagazion

del

del ſuono non avrebbe ancor luogo, ſe queſta materia o infleſſibile o troppo molle, non foſſe atta ad amettere e concepire il medeſimo moto che eſſo corpo gl'imprime. Ecco dunque due condizioni egualmente neceſſarie, e baſtevoli, nel mezzo che dee traſmettere il ſuono: primieramente debbe egli avere una certa condenſità, affinchè le ſue parti adoperino con aſſai di forza, e di libertà le une ſopra le altre: ſecondariamente, debb'eſſere elaſtico, perchè il moto di vibrazione naſce dalla molla delle parti. Le ſperienze, che qui ſeguono, varranno per prove di queſte due propoſizioni.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si ferma ſu la piaſtretta d'una macchina pneumatica, *Fig.* 8. un piccolo congegnamento di ruote di oriuolo, che quando ſi muovono fan pur movere due martelli, che battono alternativamente un timpano. Queſto iſtrumento è fermato ſopra una baſe di piombo, guernita per di ſotto d'un coſcinetto pieno di bambagia o di lana (*a*); ſi cuopre il tutto con recipiente, che nella ſommità è guernito d'un piccolo coſſo foderato di pelli non concie: il gambo di metallo che paſſa traverſo, ſerve ad allentare la piccola lieva F, per dar moto e far correre le ruote, ſubito che ſi è rarefatta l'aria del recipiente colla maggior eſattezza.

(*a*) Queſt'iſtrumento è rappreſentato più in grande; *Tom.* 1. *Lezione* 3. *Tav.* 2. *Fig.* 5.

EFFETTI.

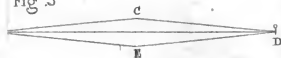
Se l'aria è sufficientemente rarefatta, ed il gambo, o ramo inserto nel collo di pelli, non tocca più la lieva che distende e da moto, si vede i martelli battere, nè si sente suono alcuno; ma se l'istrumento tocca la piastretta, il recipiente, o qualch'altro corpo duro, che comunica al di fuori, come il gambo o manico di metallo, che ha servito ad allentare la lieva, si sente un poco il tocco de' martelli.

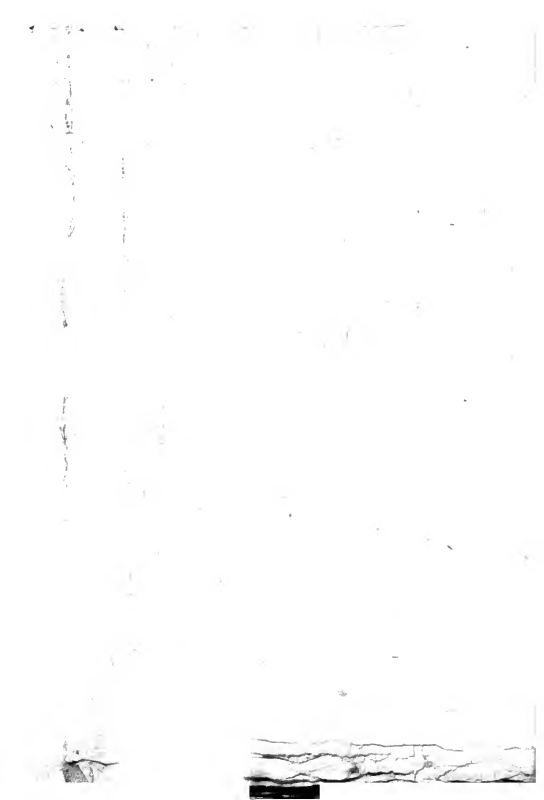
IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si ha da collocare un svegliarino sopra una piastretta di piombo, grossa da 4 in 5 linee, che cuopresi poi d'un piccolo recipiente, di cui si lotano o attaccano gli orli sul piombo con della cera molle: quindi si sospende il tutto con 4 fila, riunite al di sopra del recipiente, per immergerlo in un gran vase cilindrico, che contiene da 30. boccali d'acqua purgata d'aria Vedi la *Fig. 9*.

EFFETTI.

Quando lo svegliarino suona, egli si sente, tuttochè sia attorniato da più pollici d'acqua per tutte le parti; ma il suono pare molto tenue e indebolito.

SPIE-

g. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
f
a
g
d
b
c
Fig. 3
C
D
E
Fig. 1.
Fig. 9.

SPIEGAZIONI.

Un timpano o campanellino, che fa le sue vibrazioni nel vuoto, non le può comunicare a cosa alcuna; per conseguenza, non operando elle il suono, se non quando si trasmettono, debbon succedere in un profondo silenzio. Per verità non vi è un vuoto assoluto nel recipiente della nostra esperienza; ma l'aria, che vi rimane, è rarefatta così, che le sue parti, allor troppo lasche, non hanno quasi punto di reazione. Manca a cotesto fluido la prima delle due condizioni, che abbiam di sopra notate, cioè una densità sufficiente, che metta le parti in istato di oprare con forza le une sopra dell'altre.

Si dirà forse, che in mancanza dell'aria grossiera, vi è sempre in questo vase una materia più sottile, se non altro, vi è quella della luce o del fuoco; ma probabilmente questa materia, qualunque ella sia alla fine, atta però non è alla propagazion del suono, o perchè il suo elaterio non è analogo a quello de' corpi sonori, o perchè questi non hanno presa o forza sopra di essa; a causa dell'estrema facilità con cui ella penetra tutti i corpi.

Questa esperienza del timpano, o d'un campanellino nel vuoto, sì nota, e replicata ne' collegj, ha indotto molti a conchiudere, che l'aria è il solo mezzo idoneo alla propagazione del suono. Ch'ella gli sia idonea, e più di ogni altro mezzo, non v'è ombra di dubbio; ch'ella sia il mezzo solo idoneo, credo che sia troppo l'asserirlo. Imperocchè, per qual ragio-

ne questa esperienza medesima non riesce a grado di quei che la fanno, quando non avverton bene d' isolare il corpo sonoro, o d' impedire, ch' ei non tocchi immediatamente la piastretta, il recipiente, o qualch' altro corpo duro, che al di fuori comunichi. Non accade egli ciò perchè il suono si trasmette da' corpi solidi che hanno comunicazione da una parte col campanello, e dall' altra coll' aria esteriore?

Oltre di che, la quarta esperienza, par che non lascia sopra di ciò alcun dubbio. Se il suono non potesse trasmettersi, se non per l' aria perchè s' avrebbe egli a sentire, quando il corpo sonoro, chiuso nel vetro e nel piombo, trovasi di più immerso in un vase pieno d' acqua? Non è egli forza confessare, che il suono si comunica dallo svegliarino all' aria, che lo circonda.. dall' aria al recipiente, dal recipiente all' acqua, e dall' acqua all' aria esterna?

Dirassi per avventura, che questa comunicazione non si fa per mezzo delle parti proprie del vetro e dell' acqua, ma di quelle dell' aria ch' eglino contengono, e che trovasi naturalmente in tutti i corpi?

Questa obbiezione è stata da me prevenuta, quando ho detto, che mi servo d' acqua purgata d' aria: e quando si continuasse ad opporni, che tutta l' aria ch' è nell' acqua, non vien tolta mai; potrei rispondere che ne ho tolta una gran parte, e che se quest' aria contribuisse necessariamente alla propagazione del suono, doverei trovare almeno una differenza sensibile, ripetendo la medesima esperienza con pari quantità d' acqua non purgata d' aria; lo che non mi

mi è mai accaduto di vedere, per quanta attenzione ci abbia posta.

Se qualche ragione potesse far dubitare che le parti dell'acqua fossero capaci per se stesse di trasmettere i suoni, sarebbe l'opinione che si tiene comunemente, che i Liquori non sono compressibili; imperocchè se rigorosamente fosse vera quest'asserzione, non avrebbono i liquori elasticità; ed ogni corpo che non è elastico, non è tampoco suscettibile d'un moto di vibrazione.

Ma a qual fondamento poi è appoggiata la opinione, che i liquori sieno incompressibili? Eccolo quì. Perchè gli Accademici di Firenze, e molti altri Fisici, che gli hanno messi alla prova, non hanno mai potuto ristrignere il loro volume, mercè la compressione. Ma basta ciò per stabilire senza restrizione, che i liquidi non son compressibili? Quanto più saggia conclusione non sarebbe stata, dire, che s'eglino si comprimono agli sforzi che impiegar possiamo a tal fine, questo si riduce a sì piccola quantità, che il lor volume non si diminuisce mai sensibilmente?

Niun fatto cognito prova dunque l'assoluta incompressibilità dell'acqua; io ho esposte altrove delle ragioni *, che fortemente combattono questa opinione; e parmi, che la nostra ultima esperienza finisca di distruggerla: imperocchè se l'acqua trasmette il suono, ella è elastica; e se è elastica, convien che sia compressibile.

PRE-

PREPARAZIONE.

Poichè il suono si trasmette per li corpi solidi come lo provano in maniera incontrastabile le avvertenze che convien usare per far riuscire la prima delle esperienze precedenti ; non dee recar più maraviglia un fatto, che dà trastullo a' ragazzi, e che eccita all' attenzione gli uomini più serj, ed è il sentir che si fa distintamente la percossa d' una spilla su l' estremità d' una lunga trave, quando s' applica l' orecchia all' altro capo: imperocchè a cagione delle continuita delle parti, questa percossa è rimandata all' aria che tocca l' estremità opposta del pezzo di legno. Tuttavolta pare sempre strano : come il romore (in questo caso) perda sì poco della sua forza nel giugnere ad una sì grande distanza; mentre appena può egli sentirsi a traverso della grossezza della trave medesima; probabilmente ciò accade, perchè le fibre longitudinali del legno sono molto meno interrotte dalla loro porosita, che non lo è l' adunamento di quelle fibre, le quali formano la grossezza del legno.

Non solamente il suono eccitato nell' acqua si trasmette all' aria dell' atmosfera, ma ancor quello che nasce nell' aria passa nell' acqua, ed ivi fa sentire tutte le sue modificazioni. Io ho avuto la curiosità di tuffarmi a bello studio in un' acqua tranquilla, ora più a fondo ora meno, ed ho sentito distintissimamente ogni sorte di suono, e sino le articolazioni della voce umana.

E' vero che tutti questi suoni erano molto in-

indeboliti, senza dubbio perchè le parti dell' acqua, molto meno flessibili che quelle dell'aria aver non possono vibrazioni nè così ampie, nè di così lunga durata: ma l'osservabile si è, che quest' indebolimento segue quasi tutt' intero, nel passar del suono immediatamente dall'aria nell'acqua; imperocchè in una profondità di tre piedi sentiva quasi così bene, come in una di tre pollici.

E'una questione tra i Naturalisti, se i pesci, siccome son muti, così anco sieno sordi; e quantunque i più dotti e valenti l'abbiano studiata *, ell'e ancora indecisa, con gran stupore del volgo, che giudica sempre dalle prime apparenze, e dall' analogia la più superficiale. „ Tutti gli altri animali sentono; perchè non „ sentiranno i pesci? i pesci fuggono come gli „ uccelli quando si fa dello strepito, dunque „ non men gli uni che gli altri ne ricevono „ spavento „. Ma il volgo non sa, che ne' pesci non conosciamo nè vediamo vere orecchie, ne altra cosa che ne faccia l'ufficio. Egli ignora di più, che si suole considerar l'acqua, ch'è il loro naturale elemento, come incapace di molla, e che ciò supposto, con molto fondamento noi la crederemmo impermeabile al suono. Se il pesce fugge quando si fa dello strepito bisogna essere ben certo, ch'egli non abbia potuto scorgere alcun movimento che l'abbia determinato a fuggire; ed io so per me stesso, che questa non è cosa così facile a decidere, almeno per chi si vuol guardare da pregiudizj.

Co-

* Plinio, Boyle, Arthedi, Roudeletio ec.

Comunque il fatto ſtia, ſe il peſce non ſente i ſuoni che vengono dall' aria, non viene già l' impedimento dall' acqua, poichè l' acqua li traſmette; non tengo nè meno per ragione che rendi aſſolutamente certa la ſua ſordità, il mancar d'orecchie ſimili a quelle degli altri animali: queſt'organo, nel peſce, potrebbe eſſere diverſamente coſtituito, da quel ch'egli è negli animali che reſpirano l'aria; chi ſa, che queſto ſentimento non ſia univerſale per li peſci come l'è il tatto per noi? Quel che mi muove un tal ſoſpetto, ſi è, che avend' io immerſo con me medeſimo alcuni corpi ſonori, lo ſtrepito od il ſuono, che con eſſi feci naſcer nell' acqua, mi facea una certa impreſſione in tutto il corpo, ed un certo univerſale commovimento ſenſibiliſſimo, lo che viene ſenza dubbio dalla grande ſolidità delle parti dell' acqua.

Per qualunque mezzo che ſi traſmetta il ſuono, egli impiega nel traſmetterſi un tempo ſenſibile, anche ad una mediocre diſtanza; di verſo in ciò dalla luce, la cui propagazione ſi fa in un iſtante breviſſimo, benchè ſien grandiſſime le diſtanze. Queſta differenza è un mezzo comodo, e di cui s'è fatto uſo, per miſurare la velocità del ſuono. Imperocchè ſe ſi fa tirare la cannonata, ad una cognita diſtanza, ſi può prendere, ſenza error ſenſibile, il balenar della luce che ſi vede, per ſegnale del ſuon naſcente; e ſi computerà col mezzo d'un pendulo che ſegni i ſecondi, il tempo che ſcorrer dee prima di ſentirne lo ſcoppio. Così il tempo ſarà noto come lo ſpazio, e di qui ſi dedurrà la velocità.

Que-

Questa esperienza fatta e ripetuta ha già lungo tempo, dall'Academia del Cimento, dai Signori Flamstedio, Halleio, Derrham, ec. avea fatto conchiudere la velocità del suono, di 180 pertiche, misura di Francia, per ogni secondo; ma restava ancora qualche incertezza circa gli effetti risultanti, o perchè non s' accordavano perfettamente tra essi, o perchè s' erano adoperate distanze troppo poco notabili. Nel 1738, l' Accademia delle Scienze *, per terminare precisamente questa quistione, che utilmente applicare si può, ed alla Geografia, ed alla sicurezza della navigazione, commise alli Signori de Turi, Maraldi, ed all' Abbate de la Caille, che facessero l'esperienze necessarie, a ciò dirette, e v' usassero tutte le dovute cautele. Questi Accademici fecero le loro operazioni sopra una linea di 14636 pertiche, che avea per termini la torre di Montlheri, e la piramide di Montmartre; ed ecco quai ne furono i principali effetti, o risultati.

1. Il suono percorre 173 pertiche, misura Parigina, in un secondo di tempo, di giorno o di notte, in tempo sereno, o piovoso. Il moto della luce non ha dunque parte nella propagazione del suono: ed i vapori mescolati colle particelle dell' aria non interrompono il moto di vibrazione.

2. Se fa un vento, il quale abbia una direzione perpendicolare a quella del suono, questi ha la medesima velocita, che averebbe in un tempo di calma.

3. Ma

* Mem. de l'Acad. des Sc. 1738. p. 128.

3. Ma se il vento soffia nella linea medesima che è percorsa dal suono, lo ritarda o l'accelera secondo la sua propria velocità; vale a dire che con un vento favorevole il suono percorre 173 pertiche per ogni secondo, più la velocità del vento; ed al contrario succede, se il vento è diretramente opposto. Ed ecco perchè, quando il vento muta direzione e velocità, si sentono dal medesimo luogo certe campane, che in altri tempi non si possono sentire. Quindi conoscendo la velocità del suono accelerata per mezzo del vento, si potrà conoscere la velocità propria del vento; imperocchè togliendo dalla velocità accelerata del suono 173 pertiche per secondo, il resto sarà la velocità del vento.

4. La velocità del suono è uniforme, cioè, in tempi eguali, e presi seguitamente, egli percorre sempre spazj simili.

5. L'intensione o la forza del suono non muta niente nella sua velocità: quantunque un suono più forte si senta più lontano che un più debole, questi percorre, come l'altro, 173 pertiche per secondo.

Tutte queste cognizioni, e le prove onde si sono acquistate somministran de' mezzi idonei e comodi, per misurare l'estesa de' luoghi, dove l'operazioni geometriche non sono necessarie o praticabili; come la larghezza de' laghi o de' fiumi alla loro sboccatura. Imperocchè, supposto che dopo d'aver veduta la luce d'un'arme da fuoco, ogni secondo di tempo corrisponda ad una distanza di 173 pertiche, è facilissimo sapere quanto numero di secondi sia scorso, fin al momento in cui si fa sentire lo strepito. Il mede-

desi-

desimo mezzo può essere d'un grande ajuto in un tempo nuvoloso, per li vascelli che temono di rompersi su le Coste; imperciocchè se in vece d'un fanale, che in simil caso non si vede molto da lungi, si facesse tirare di quando in quando de' mortaletti, o qualche canonnata, questo lume, che è assai più attivo e più acuto, indicherebbe molto meglio il luogo, che si deve evitare, o al qual approdar si dee; e lo strepito che succederebbe, ne dinoteria la distanza a' providi e destri naviganti.

Abbiam detto di sopra, che i corpi sono tanto più sonori, quanto hanno più di densità, e nel medesimo tempo più di elastico: la stessa cosa è da dirsi di tutti i mezzi che trasmettono il suono; e però che fra tutti, l'aria è quello, che ci è più familiare, lo preferiremo qui nella sposizione di alcune sperienze.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

AB Fig. 14 è una grossa tavola, su la quale sono eretti due pilieri CD, che ricevono nella sommità un traverso EF; questo ultimo pezzo è soggetato da due viti, che lo fan discendere, quanto è necessario, per premere fortemente un recipiente di vetro assai grosso. Questo vase riposa da una parte, sopra pelli ammollate, ed è serrato in alto con una piastretta di metallo, guernita pure d' una pelle ammollata di sotto, di maniera che l'interno del recipiente, quand' è serrato nel suo telaio, non

co-

comunichi se non con la tromba pressoria G, per mezzo d'un picciolo canale, in cui s'è apposta fatto un galletto, od una chiave di comunicazione. Questa tromba è affatto simile a quella che abbiam descritta di sopra, favellando della fontana di compressione; voglio dire, ch'ella ha nella sua estremità, immediatamente avanti la chiavetta di comunicazione, una piccola lenguella, che permette all'aria l'uscita dalla tromba, ma non il rientrarvi dal recipiente, quando si solleva lo stantuffo: così essendo la chiavetta aperta, si può condensar l'aria nel recipiente, attorno d'un campanello che è sospeso in modo, che si può farlo suonare agitando quinci e quindi un poco il telaio.

Essendo che l'aria fortemente condensata, fa un grande sforzo, si avverta bene di rivestire il vase con una specie di rete di filo grosso, affinchè, se venisse a crepare, le scheggie non cagionassero qualche danno.

Per condensar l'aria in proporzioni note, bisogna chiudere nel recipiente, un piccolo sifone ripiegato; il cui ramo più lungo sia chiuso, che contenga, nel sito della sua piegatura, un poco di mercurio, o di liquor colorato. Fig. 11. imperocchè a misura che l'aria diventerà più densa, premendo per la parte o ramo più corto ch'è aperto, sforzerà il liquore ad ascendere nell'altro ramo, e condenserà l'aria *ab*, quanto sarà densa ella stessa: così quando questa piccola colonna d'aria sarà rinserrata in uno spazio più piccolo: che prima, d'un terzo o della metà (lo che si conoscerà da' gradi segnati su la tavola,) si giudicherà

rà che l'aria del recipiente è condensata d'un terzo o una volta di più.

EFFETTI.

Quando l'aria è stata condensata nel recipiente, il suono che manda il campanello, è sensibilmente più forte, che non suole essere quando l'aria è nel suo stato naturale; imperocchè allora egli si sente più da lontano.

SPIEGAZIONI.

Poichè il suono consiste essenzialmente nelle vibrazioni di tutte le parti che compongono il corpo sonoro, debb'essérvi più suono, dove si trovan più parti sonanti, ed un elaterio più attivo: ora queste due cose s'incontrano, quando l'aria è più condensata: le sue parti sono più ristrette; ve n'ha un maggior numero in un dato spazio, e la molla di ciascheduna di queste parti è più tesa; l'aria, in questo stato, deve dunque essere più sonora, che quando è più rara.

Hauxbèe *, Autore di questa Esperienza, non si è contentato d'imparare in genere, che il suono diventa più forte quando la densità e l'elaterio dell'aria s'aumenta; ha egli di più cercate le proporzioni di questo accrescimento. Innanzi che condensar l'aria, egli ha segnata la distanza nella quale cessavasi di sentire il campanello chiuso nel recipiente; poi avendola con-

* Transact. Phil. n. 321.

densata una volta di più che nel suo stato ordinario, trovò che il suono si sentiva ad una distanza una volta più grande; e che dopo aver triplicata la densità dell' aria; sentivasi il suono tre volte più lontano, ec.

Che s' aveva egli da conchiudere da tali effetti? che il suono s' aumenta in ragione diretta della densità dell' aria? no, la proporzione è più grande; imperocchè quando si sente il campanello ad una distanza doppia, bisogna che ad una distanza la metà men grande il medesimo suono sia quattro volte più forte, ed eccone la ragione. Il corpo sonoro comunica da tutte le parti le sue vibrazioni all' aria che lo circonda; la sua azione si propaga dunque per raggi di questo fluido, che vanno sempre scostandosi gli uni dagli altri, come quelli d' una sfera, e l' orecchia che ascolta diventa la base d' un cono d' aria avvivata e mossa dal corpo sonoro che è nell' apice. *Vedi la Figura* 12.

Ora è noto a tutti quelli che hanno alcune nozioni di Matematica, che quel circolo, ch' è due volte più grande d' un altro, racchiude con la sua circonferenza uno spazio, che ha quattro volte più d' estensione; e per esprimere questa proporzione in una maniera generale; i circoli sono tra loro come i quadrati de' loro diametri: così il cono *abc* ha una base quattro volte più estesa che *ade*, ch' è una volta più corto; imperocchè *de* diametro di questo, è sol la metà di *bc*, diametro dell' altro: e per conseguenza, se l' apertura dell' orecchia, che si suppone circolare, è d' un diametro eguale a *de*, quand' ella è posta alla prima distanza, rice-

ve

ve quattro volte più di raggi ſonanti, che non ne riceve alla ſeconda diſtanza.

Per la ſteſſa ragione ella ne riceverebbe 9. volte meno alla terza, 16 volte meno alla quarta e però che 16 è il quadrato di 4.; 9 il quadrato di 3; 4 il quadrato di 2, ſi può dire generalmente che *il ſuono ſcema come il quadrato della diſtanza che creſce*.

Ma poichè avendo raddoppiata la denſità e la molla dell'aria inſieme, ſenteſi il ſuono due volte più lontano di prima; poichè con un' aria 3 volte più denſa, e 3 volte più elaſtica, egli ſi ſente ad una diſtanza 3 volte più grande; ſeguitando il principio dianzi ſpiegato, biſogna che l'intenſione o attività del ſuono ſia, o come il quadrato della denſità, o come il quadrato dell'elaſticità dell'aria, ovver come il prodotto dell'una moltiplicata per l'altra. Il Signor Zanotti, curioſo di ſapere qual di queſte tre leggi foſſe quella della natura, s'è finalmentente attenuto alla terza, dopo più e più eſperienze non meno ingegnoſe che dilicate, delle quali giova vedere le particolarità nelle ſue opere, o ne gli eſtratti che ſe ne ſon fatti *.

V 2 AP-

* De Bononienſi ſcient. & artic. inſtituto Commentarii p. 176.

APPLICAZIONI.

Segue da tai principj, fondati su l'esperienza e sul raziocinio, che i corpi sonori devono farsi sentire più fortemente in un tempo freddo, che quando fa assai caldo, poichè allora l'aria è più condensata, ed ha più di molla; ma questa aumentazione di densità non è tanto notabile probabilmente, che abbia un effetto sensibile in riguardo ai suoni, o pure facendosi questi cangiamenti per gradi e lentamente, quello che ne risulta per l'accrescimento o per la diminuzione de' suoni, non è appena osservabile:

Ognun conosce l'effetto delle trombe parlanti, o trasportatrici della voce: il Cavaliere Morland, ed altri che dopo lui si sono applicati a perfezionare questo istrumento, par ch'abbiano avuto solamente per oggetto la direzione de' raggi sonori, e che abbiano a questa sola cagione riferito l'accrescimento del suono: quindi è che il Signor Hase vuole, che detto istrumento sia composto di due parti, una delle quali sia elliptica, l'altra parabolica, Fig. 13. e ch'elleno abbiano un fuoco comune in *b*, affine, dic'egli, che i raggi partendo dalla sboccatura *a*, primo foco della porzione elliptica, ed essendo riflettuti da tutti i punti *c*, *d*, *e*, *f*, ec. s'incrocicchino nel foco *b*, che è comune alla porzione parabolica, per essere poi riflettuti parallelamente dai punti *h*, *i*, *k*, *l*, ec.

Non si può sicuramente negare, che questa forma, o qualch'altra forse ancora più vantaggiosa, non contribuisca molto ad aumentare il

suo-

suono nella direzione *ag*, o secondo l'asse dell' istrumento; poichè debbe trovarsi, con tal mezzo, tanto moto nella colonna d' aria *ilmn*, quanto ve ne sarebbe in tutto l' emisfero, il cui centro fosse occupato dalla bocca d' un uomo, che parlasse senza la tromba. Ma debb' ella poi questa ragion soddisfare, quando dimandasi, perchè a lato, e di dietro dell' istrumento, il suono paia tanto accresciuto? Seguitando la reflessione del suono le stesse leggi, che quella della luce, supponiamo, che la tromba parlante, sia nell' interno liscia come uno specchio, e collocchiamo in *a* un punto radioso come una sottil candela; che avverrà? la luce sarà condensata, e sarà più chiaro certamente in *mn*, che non vi farebbe senza l' ajuto dell' istrumento; ma tutti i luoghi d' intorno vicini, in vece d' essere più illuminati, saranno in una grande oscurità, in riguardo al suono dunque v' è qualch' altra cosa, oltre un moto riflesso, in conseguenza della figura della Tromba parlante. Nè ciò negar si può, e generalmente diremo, che il suono cresce, tutte le volte che il corpo sonoro imprime il suo moto ad un' aria che è appoggiata e non libera; la voce si fa meglio sentire nelle strade d' una Città che in rasa campagna; e meglio ancora in una camera chiusa, che nella strada: perchè le particelle d' aria che sono state più fortemente piegate, fan vibrazioni più grandi; e l' aria, come ogni altro elaterio, si comprime tanto più, quanto men si traporta, o si muta di luogo, mentre la potenza compressiva adopera sopra di essa.

Ma quest' aumento del suono cagionato dall' immobilità dell' aria, è ancor più sensibile,

quando è un corpo duro che ferma e che sostiene le parti di questo fluido. Un Oratore si fa meglio sentire, quando vi è meno di gente che sta ad ascoltarlo, e quando il luogo dov' egli parla, non è fornito e coperto di tapezzerie o d'altra guisa; imperocchè allora il suono, in vece d'infievolirsi, o rintuzzarsi, dirò così, siccome succede quand' egli batte in corpi molli e senza reazione, ritorna sopra se stesso, o si porta da un altro lato secondo la maniera ond' egli è riflettuto. Per questo lo strepito del suono, quello del cannone o d' un fusile, si sente più lontano nelle valli, e lungo i fiumi, che nella pianura; e negli acquidotti e negli altri sotterranei a volta, la più debil voce si trasmette intelligibilmente da un capo all'altro. Per la ragione istessa d'un'aria immobile, (per altro gagliardamente compressa, ed appoggiata a pareti dure) un uomo serrato nell'acqua sotto la campana del palombaro, poco mancò non isvenisse per l'intronamento in lui causato dal suono d'un cornetto che provò di suonare *. Deesi spiegare col medesimo principio ciò che rende attoniti alcuni curiosi, quando in certi edificj a certa foggia costrutti, lor sentire si fa la più bassa voce da un angolo all'altro, senza che gli astanti posti per tutt'altrove nel luogo medesimo, eccetto che ne' detti angoli, possano udire pur un parola; imperocchè cotesti angoli sono ordinariamente continuati alla volta, e contengono una porzione d'aria che non si cambia di luogo, o non viene traportata, e nel-la

* Sturm. Colleg. Cur. Tom. II. Tentam.

la quale il ſuono diventa e ſi conſerva più forte; e la figura della volta cagiona reflessioni tali, quali ſan di meſtieri per traſmetterlo.

Finalmente quando la maſſa d' aria che riceve il ſuono, trovaſi contenuta da pareti, che eſſendo dure, ſono ancora ed elaſtiche e ſottili, al primo effetto, poc'anzi riferito, ſe ne aggiugne un altro; non ſolamente il ſuono creſce al di dentro, perchè l'aria interna è ſaldamente appoggiata; ma queſto medeſimo ſuono aumentato ſi traſmette altresì all' aria eſterna, perchè batte un corpo elaſtico, e gli dà moto. Per prova di ciò, ſi tolga, o ſi ſpezzi, o ſoltanto ſi allenti una delle pelli d' un tamburo; battendo ſu quella che reſta, non ſe ne caverà tanto ſuono come prima; e perchè? Perchè l' aria contenuta nella caſſa non ha più appoggio abbaſſo; laddove quand'è appoggiata ſopra una pelle ben teſa, ella riceve più moto, perchè maggiormente reſiſte; e lo comunica al di fuori, perchè ripoſa ſopra un corpo elaſtico.

Ora ſi vede bene, perchè il ſuono creſca, non ſolo nella direzione della Tromba parlante, ma ancora in tutto il dintorno; imperocchè queſt' iſtrumento come ſi ſa, è fatto di foglie di metallo ſottili, e per conſeguenza attiſſime a traſmettere al di fuori il ſuono, che creſce aſſai di dentro, perchè la maſſa d' aria ch' è dalla voce colpita, è contenuta da pareti aſſai dure.

Quello ch'io dico della tromba parlante, ſi può intendere d'ogni altro iſtrumento, eziandio di quelli da corde; imperocchè, per eſempio,

pio, perchè fa egli mestieri, che un cembalo, od un basso di viola, sia una cassa di legno sottile ed elastica? Perchè altrimenti, il suono delle corde comunicherebbesi ad un' aria vaga e non appoggiata, la quale sfuggirebbe, dirò così, ed eviterebbe il lor urto; laddove esse corde adoperano sopra una massa, ch' è come sforzata a ricevere da esse un maggior movimento, e che lo trasmette al di fuori per la reazione del legno.

Il suono, come ogni altro moto, muta direzione, quando incontra ostacoli, che non l' assorbiscono: ed allora egli seguita la legge comune; * l' angolo della sua reflessione diventa eguale a quello della sua incidenza.

Il suono riflettuto, che si chiama comunemente *Eco*, non distinguesi dal suono diretto, cioè da quello che viene immediatemente dal corpo sonoro, quando la riflessione si fa molto da vicino; l' un e l' altro si confondono. Ma quando v' è una distanza sufficiente, essendo che il suono che viene per reflessione, fa più strada che quello che viene direttamente; egli arriva più tardi all' orecchia, e vi ripete la prima impressione. Supponiamo, per esempio, che una persona parli ad alta voce, di rimpetto ad una rupe lontana 173 pertiche, *Figura* 14, si sentirà parlare nel medesimo istante; ma il suono che anderà a battere in O, e che ritornerà alla persona per reflessione, spenderà due secondi di tempo a causa del doppio tragitto di 173 pertiche. E perchè il suono che va più lontano, mette più tempo per andare e tornare, se vi sono degli

* Tomo I.

gli ostacoli in P ed in Q, i quali riflettano i raggi sonori verso il medesimo luogo, si sentiranno successivamente due, tre o quattro voci d'eco. Per questa ragione ancora, essendo uno posto in *r*, *Fig.* 12. sente da prima il suono della campana *a* per lo raggio *ar*, e quindi l'eco della medesima campana per li raggi *as*, *sr*.

Le voci d'Eco non si trovano in campagna rasa, ma spessissimo ne' boschi, tra le rupi, e ne' paesi montuosi, perche il suono v'incontra frequentissimamente degli ostacoli che lo riflettono; alcuni ripetono un gran numero di volte, come quello di VVostok, che ripete distintamente 17 sillabe, in un tempo di giorno, e 20 in tempo di notte *: Ma ad un tratto, è osservato sempre, che le ultime ripetizioni sono più deboli delle prime, conseguenza necessaria; imperocchè i suoni, che vengono ultimi, hanno fatto più strada che gli altri, ed il suono è un moto che si diminuisce, come il quadrato della distanza che cresce; se però l'ostacolo, che riflette i raggi sonori, non è d'una figura idonea a diminuire la loro divergenza.

L'Eco diventa talor un fenomeno singolarissimo, per la rarità delle circostanze, che lo fanno nascere: 3 leghe lungi da Verdun vi sono due grosse Torri lontane l'una dall'altra 36 pertiche; quando si parla un poco alto nella linea che congiugne questi due edifizj, la voce si ripete 12 o 13 volte, sempre indebolendosi; le due Torri si rimandano il suono alternativamente,

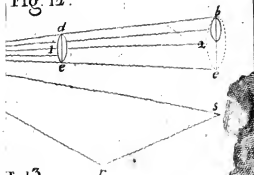
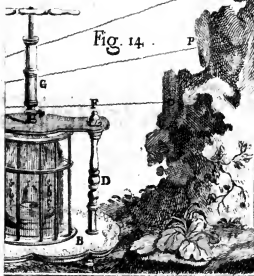
* Rob. Plot. Hist. nat. de la Prov. d'Oxford en Angl.

te, come due specchi che si guardano, moltiplicano l'immagine d'una candela, posta fra essi: * Vedesi ancora la descrizione d'un Eco più singolare nelle Mem. dell'Accad. stampate avanti il 1700. ** Trovasi facilissimamente la causa di tutti questi effetti, studiando con un poco d'attenzione la natura e la situazion de' luoghi, o la figura di tutto quello ch'è dirizzato sul terreno.

Dell'Udito, e del suo Organo.

Nel primo Volume di quest'Opera, ho fatta una Digressione sopra i Sentimenti, dove ho trattato soltanto del Toccare, del Gustare, e dell'Odorare; da quel che ivi ho detto, si sarà potuto comprendere, che questi tre primi sentimenti, ci fan'aver solo commercio con quegli oggetti che immediatamente sopra di noi adoperano. Ma a che saremmo ridotti, se non vi fosse altro di sensibile per noi, se non se quello che ci affetta con azioni immediate; se altronde non conoscessimo una bestia feroce o velenosa, fuorchè dalla morsicatura; una pietra che minaccia alla nostra vita, non ad altro, che dal cominciar già ella a fracassarci? Che quadro sarebbe quello del Mondo, se tutti gli uomini rassomigliassero a quelle creature imperfette, che una sordità od una cecità *a nativitate*, rende inabili a partecipare della maggior

* Mem. de l'Acad. des Sc. 1710. p. 18.
** Tom. X. pag. 147.

Fig. 12.
d
i
e
b
a
c
s
r
g. 13.
i
h
b
d
c
a
f
e
k
Q
Fig. 14.
P
G
F
D
B

gior parte delle idee comuni (*a*), e che più misere eziandio farebbono, se noi, più favorevolmente trattati dalla natura, non potessimo raddolcire alquanto il rigore della lor sorte. Coll'amminicolo dell'udito e della vista, usciamo, dirò così, da noi medesimi; andiamo incontro agli oggetti; li giudichiamo da lontano; e su la relazione di questi due sensi, il desiderio, o il timore ci fa porre in pratica que' mezzi, e quelle cautele, che son necessarie al nostro ben' essere.

Non sarebbe sì facile decidere, qual de' due sia più necessario, la vista, o l'udito. Ordinariamente si studia a proferir sopra di ciò sentenza, supponendo la privazione dell'uno o dell' altro; ma bene spesso questa comparazione non è esatta, e ci guida a un giudizio falso, perchè non si mettono le circostanze eguali da una parte e dall'altra. Vi è gran divario tra un cieco, od un sordo dalla nascita, e quello che ha veduto, od ha udito sino ad una certa età, e che per qualche accidente è restato privo d'uno di questi due sensi; io non ho meditato abbastanza sul cruccio d'un uomo, il quale sa che si può vedere, ed il quale non ha mai veduto; e però non posso paragonare questo cruccio, con quello d'un altro uomo, il quale sa che si può udire, ed il quale non ha mai udito; non è a me noto, qual sia la lor pena, e qual de'due l'abbia maggiore; ma al presente ch'io so, quant' è diffi-

cile

(*a*) Vedasi la Storia d'un sordo e muto *a nativitate*, il quale cominciò a sentire e a parlare in età di 24 anni. *Hist. de l' Acad. des Sc.* 1703. pag. 8.

cile far nascere idee in chi non ode; e di quante cognizioni divine ed umane sia privo un uomo, che non ha potuto avere alcuna educazione, amerei meglio d'essere nato cieco che sordo. Diversamente affatto sceglierei, se conoscendo la scrittura, e gli altri segni comuni alla società, dovessi optare tra l'udito e la vista; di questi due beni, il secondo mi moverebbe, e mi starebbe a cuore assai più.

Nulladimeno, dirà taluno, un sordo, supposte tutte l'altre cose eguali, è sempre più malinconico e triste che un cieco.

Se voi chiamate tristezza, un contegno astratto una certa alienazione nelle conversazioni; avete ragione; il sordo non ha in esse parte alcuna: ma n'è egli poi più afflitto, di quel che sia un cieco; alla cui presenza si contende della bellezza d'un drappo? Io non lo credo, se pur egli non s'immaginasse che si parla di lui, o di cosa che a lui appartenga; ed allora non bisogna semplicemente paragonare il sordo con un cieco, alla cui presenza si disputa d'un drappo, ma con un cieco a cui importa di sapere, se questo drappo è bello o brutto: voglio dire, che il cruccio dell'uno e dell'altro è eguale, quando l'interesse, da una parte e dall'altra, è eguale; ma del resto io penso, che il cieco abbia più di occasioni di dolersi, perchè non si supplisca alla vista così facilmente, nè così perfettamente, come all'udito. Si son vedute delle persone, ch' essendo diventate sorde ad una certa età, avean fatto un abito di sentire al solo moto delle labbra, tutto quello che lor si diceva, e fino di conversare con altri sordi.*

Del

* Mem. de Trevoux Sept. 1701. Transf. Phlil. n. 312.

Del resto, a che pro cercare qual sia il più vantaggioso dei due beni, che sono forse ambedue vantaggiosi egualmente? lo che pare già deciso dalla natura medesima, la quale non facendo mai nulla di superfluo, ha però voluto darci due orecchie, siccome ci ha dati due occhi.

L'udito ha per oggetto lo strepito ed il suono, di cui abbiamo parlato precedentemente; la differenza che vi ha tra l'uno e l'altro, si è che il primo è un tremito ed una scossa irregolare, o forse l'aggregato di più suoni, che fann'insieme un impressione confusa su l'organo, laddove il suono propriamente detto consiste in vibrazioni regolari, omogenee, e che si fan sentire più distintamente; forse anche i suoni non toccano se non una certa parte dell'organo, ed il romore le scuote tutte nel medesimo tempo.

L'orecchia è l'organo dell'udito; per cotesta parte, ch'esteriormente appare sotto la forma d'imbuto ne' due fianchi della testa, s'introduce il suono, per girne a toccare le fibre nervose, dove si compie la sensazione. Io non intraprenderò una descrizione anatomica e completa di quest'organo: a quei dell'arte s'appartien di farne un esatto divisamento che qui sarebbe fuori del suo luogo: il Lettore a cui paresse altrimenti, averà in grado, che io lo rimetta alle opere, scritte *ex professo* su questa materia; e specialmente a quella del Sign. le Cat * che ha confrontano i disegni de' più valenti

* Traitè des Sens, p. 275 Traitè de l'Oreille, de M. du Verney.

lenti Maeſtri colle proprie oſſervazioni. A me dunque baſterà nominare ſuccintamente le parti principali, che la natura impiega per far udire i ſuoni, e aditarle con delle figure inciſe, e copiate da' miglior Anatomici; imperocchè il mio diſegno è riſtretto a far ſolamente comprendere, con qual meccanica udiamo i ſuoni.

A B, *Figura* 16. rappreſenta la parte eſterior dell' orecchia, il cui fondo, ch'è verſo C, ſi chiama la *Conca*. C D è il *meato auditorio*, veduto eſternamente; queſti è un canale che principia della Conca, e mette capo nel *Timpano* E; il Timpano è una membrana ſottile, che ſi preſenta obbliquamente, ned'è piana affatto, ma bensì un poco concava dalla parte del meato auditorio immediatamente dopo, avanzando verſo l'orecchia interna, vi ſon quattro oſſicini, che a cagion della lor figura ſi chiamano, 1. l'*oſſo orbicolare*, 2. la *ſtaffa*, 3. l'*incudine*, ed il *martello*; una parte di queſto, detta il *manico* 4, termina nel centro del timpano, e ſerve a tenderlo più o meno; la prima cavità ch'è ſotto queſta membrana, ſi nomina la *caſſa del Tamburro*; ell'è piena d'aria, e comunica con la bocca per un canale E*f*, detto la *Tromba Euſtachiana*; di maniera che l'aria del tamburro, comunicando ſempre con l'aria eſterna, fa equilibrio con quella che riempie il meato auditorio: alla caſſa del tamburro corriſponde un'altra parte dell'orecchia, che chiamaſi *Labirinto*, compoſto del *veſtibolo* G, de' tre canali ſemicircolari H; I, K, e della *lumaca* L, che deſcriverò quì ſeparatamente.

La lumaca è un cono un po ſchiacciato, *Fig.* 17. involto d'un condotto, che come una

ma-

madrevite, fa appresso a poco due spire e mezza *Fig.* 18.

Questo condotto, che si va sempre ristringendo è diviso in tutta la sua lunghezza da un riparo, o da una sbarra membranosa, le cui fibre tendono all'asse del cono che gli serve di nocciolo, *Fig.* 19. Quest'è quella parte che si chiama *Lamina spirale*, e che sempre via via s'angusta, come il condotto istesso, che ella divide, dalla base del cono fino all'apice. Così le fibre componenti la sua larghezza diventan sempre più e più corte, secondo che s'accostano alla cima o punta del cono.

Il condotto spirale, diviso in due dalla chiusura o sbarra, di cui testè favellammo, ha necessariamente due orifizj M, N; uno de' quali termina al vestibolo del labirinto, e l'altro alla cassa del tamburro.

Finalmente il nervo auditorio O si divide in più rami, che passano nel vestibolo, e si suddividono in un'infinità di piccole fibre, distribuentisi a tutte le parti del laberinto: ecco appresso a poco qual è la struttura dell'orecchia; vediamone le funzioni.

La conca, perchè è *svasata*, o sia dilatata ed aperta, quasi in forma d'imbuto, riceve i raggi sonori in maggior quantità, e la loro azione si trasmette per lo meato uditorio fino alla membrana del tamburro, dove si fa la prima impressione. Se questa membrana è lasca, i suoni deboli ivi si smorzano, e non passan oltre; ovvero se passano; la loro impressione è sì poco sensibile, che l'anima non vi bada. Ed ecco perchè, quando noi siamo altrove occupati, possono attorno di noi farsi de' piccoli stre-

strepiti o de' mediocri suoni, e non sentirsi o non essere avvertiti. Ma se il timpano è ben teso, (lo che succede quando si ascolta,) il più picciolo suono comunicasi per questa membrana elastica alla massa d' aria ch' è nella cassa del tamburro; e da quest' aria egli passa a quella ch' è nel labirinto, tutte le di cui parti sono soppannate di fibrille del nervo auditorio.

Un troppo grande romore grava e offende l' orecchia, talor giugne fino ad assordare per un certo spazio di tempo, e alcuna volta per sempre, quelli che vi sono esposti: perchè un' impressione troppo forte su quest' organo, come sopra gli altri organi, instupidisce le parti dilicate, o ne sconcerta l' economia. Dopo un grande strepito, i suoni deboli sono all'orecchia quello che una tenue luce è all' occhio dopo una grande illuminazione.

Ognun sa, e fino ai fanciulli è noto, che si sente il suono molto più vivamente, quando si tiene il corpo sonoro fra i denti, o quando si ha sopra esso corpo la bocca aperta; lo che avviene, perchè allora le vibrazioni si comunicano all' aria del tamburro per la tromba Eustachiana; e quest' azione, ch' è quasi immediata, deve farsi sentire più gagliardamente che quella che trasmettesi per lo timpano. Questi è un mezzo di udire con maggior intensione, il quale vediamo posto in uso spessissimo da color che hanno l' udito un po duro; eglino apron la bocca, quando ascoltano con molta attenzione.

Segue da questa osservazione, che la membrana del tamburro, od il timpano, non è una parte essenzialmente necessaria alla percezion de'

de' suoni poichè e' potrebbono trasmettersi immediatamente all' aria ch' è nella cassa; e l'esperienza ha provato che questa conseguenza è giusta: imperocchè alcuni cani, dall' orecchie de' quali era stata tolta via questa menbrana, non diventaron già sordi, subito dopo l' operazione *; ma l' esperienza pure ha fatto vedere, che senza questa spezie di riparo, le altre parti non possono lungo tempo conservarsi, poichè cotesti animali, alcune settimane dopo, non sentivan più, come prima, la voce di chi li chiamava.

Circa l' esistenza del timpano, circa il sito ch' egli occupa, e le sue funzioni, perfettamente si conviene tra' Fisici; ma son discordi nell' asserire, se questa separazione o diaframma, chiuda assolutamente il meato auditorio, o se egli può aprirsi, senza lasciare il suo stato naturale: alcuni s' attengono ** a quest' ultima opinione, e citano l' esperienza di certi, i quali fann' uscire per le lor orecchie il fumo del Tabacco, ritenuto da lor in bocca; altri sostengono il contrario, e si fondano su l' esperienza d' un valente Anatomico ***, il quale avendo riempiuta di mercurio l' orecchia d' un morto, non potè mai far passare questo fluido minerale dalla cassa del tamburro nel meato auditorio. L' esperienza de' fumanti deesi ella per avventura tenere come un effetto non naturale, sì, che non provi niente? Oppure la morte da for-

* *VVillis*, *de Anima Brutorum*, cap. 14.

** *Dionis*, *Demonstr. Anat.* 8

*** *Valsalva*, *de Aure humana*, cap. 2. § 8

se al timpano medesimo un'adesione invincibile cui egli non avrebbe nella persona viva; lo che se fosse, l'esperienza fatta col mercurio, non sarebbe concludente? Cessa tutto l'astruso di questa decisione, quando si sa, che il fumo non passa per l'orecchia realmente; e che questo preteso fatto è in sostanza una superchieria, con la quale certuni gabbano il il troppo credulo volgo che si arrende alle prime apparenze, ed altri ancora, che sono troppo poco informati, ne possono a fondo discuterle: Di quel che dico, me ne fa fede un de' nostri Anatomici *, di cui è noto il candore, e la cui perspicacia è somma: egli se n'è accertato, con la confessione immediata di alcuni soldati dell' Ospitale degl' Invalidi, i quali s'eran falsamente vantati di mandare fuori il fumo per l'orecchie.

Facendosi la propagazione de' suoni, secondo le stesse leggi, che quella della Luce, si può raccogliere i raggi sonori, e condensarli, come quelli che vengono da un oggetto luminoso. Si faccia dunque una tromba, o corno di Figura parabolica, *Fig.* 20. in fondo del quale metta capo un canaletto, di cui si ponga l'estremità nella conca dell'orecchia, allora tutti i raggi paralleli come *ab*, *cd* saranno raunati in *f*, foco della parabola, e accresceranno considerabilmente la forza del suono nel condotto auditorio.

Ma essendo che questi istrumenti acustici, aver

* M. Morland, dell'Accad. delle Sc. al quale è stato commesso dalla Compagnia di verificare il fatto.

aver non debbono altro effetto, che di rimandare il suono all' orecchia di quello, che se ne serve, bisogna impedire, che nol trasmettano a' circonvicini, come la tromba parlante; perciò io vorrei che si facessero di metallo ben pulito, affinchè per la loro durezza, e per la regolarità della loro superficie, la reflessione de' raggi fosse più completa, ma si smorzasse, o attutasse la loro molla, coprendoli nel di fuori con una pelle di sagrino, o con altro equivalente.

Il Sig. le Cat *, osservando con qualche maraviglia, aver la natura lavorate nell' organo dell' Udito più cavitadi ripiene d'aria, s'è immaginato, per ajutar le persone che stentano a sentire, un doppio corno, il quale è rappresentato nella *Fig.* 21. e la cui apertura C D può avere 2 pollici e mezzo, o 3 di diametro. Nell' opinione ch'io porto, che l'aumentazione del suono, mercè di tali strumenti, provenga egualmente dall'immobilità dell'aria, che da una reflessione bene studiata de' raggi sonori, non dubito punto, che non si possa trar vantaggio da questa nuova invenzione.

De' Suoni paragonati.

Quello che ho detto precedentemente intorno alla natura del suono in generale, dee far capire che i corpi sonori sono capaci di eccitare in noi differenti sensazioni, non solo perchè essen-

* Traitè des Sens, pag. 292.

do più densi o più elastici gli uni, che gli altri, possono più sforzosamente, o più lunga pezza operare: ma ancora, perochè la loro molla essendo più o meno tesa; debb' essere suscettibile di vibrazioni più o meno frequenti: e in fatti, ognuno s' accorge che il suono d' una campana, e quello d'un piccolo campanello da stanza, molto differiscon tra essi; e per poco che vi si badi, si conosce agevolmente, che in questa differenza vi è qualche cosa di più che il grado di forza; imperocchè quand' anche molto vicino si fosse al campanello, e lontanissimo dalla campana, l' impressione fatta su l' organo da questi due suoni, sarebbe di genere diverso. Così è d' una corda, quando si avvertisse di pizzicarla egualmente forte; s' ella è più o meno tesa, il suono si cambia, nè di quest' effetto altra cagione si scorge, se non se una durezza o rigidezza più o men grande nelle parti, donde risultar dee un fremitò più o meno pronto.

Queste differenti gradazioni, queste, dirò quasi arie, o ombreggiature di suono, procedenti dalla frequenza più o men grande delle vibrazioni nelle parti del corpo sonoro, sono appunto quello che chiamiamo *Tuoni*, e la cui armoniosa combinazione è l' oggetto della Musica, cioè di quell' arte maravigliosa, che ha tanto potere su l' anima, e che tiene oggidì tanti o per gusto, o per mestiere occupati.

Tutti i tuoni si distinguono in *gravi*, e in *acuti*: chiamasi grave quello d' un corpo sonoro, le cui parti fremono più lentamente, che quelle d' un altro, con cui si paragonano, o (ch' è tutt' uno, il quale, in un certo tempo, fa meno vibrazioni, ch' esso. Da questa definizione,

zione, si vede, che il tuono non è grave o acuto, se non per comparazione d'un altro tuono; e che l'una o l'altra di queste due qualità può variare, quanto esser vi può di varietà e differenza tra i numeri di vibrazione, che da' corpi sonori si ponno fare, in un dato tempo.

Ma quantunque i tuoni possano variare quasi all'infinito, se s'ha riguardo alla comparazione de' numeri, le loro differenze si confinano tra limiti molto angusti. quando s'atteniamo al sensibile; imperocchè l'orecchia più dilicata non distingue queste degradazioni, o veritadi contermine di suono, se non quando vi è tra i numeri che le producono un intervallo considerabile. Per esempio se si tenda una corda di cembalo, di tal maniera ch'ella faccia 200. vibrazioni in un secondo, ella avrà un certo tuono; s' ella trovisi poi un poco più tesa, e in un egual tempo faccia 201., 202, oppur 203 vibrazioni, ell'averà di certo un tuono più acuto, fisicamente, ma non però sensibilmente, perchè il numero delle vibrazioni ch'ella fa in ultimo luogo, non è tanto differente dal numero di quelle, ch'ella fa da principio.

Allora dunque, che si tocca due corpi sonori insieme, come due corde di cembalo o di viola, le loro vibrazioni hanno necessariamente una certa relazione di numeri fra esse, di maniera che dopo un certo periodo, le due corde ricominciano nel medesimo tempo; e questa è quella spezie di unione periodica, che si chiama *accordo*, o *consonanza*.

Le consonanze sono tanto più perfette, quanto più spesso rientrano o si unìscono le vibrazioni, o quando meno i lor numeri, per cia-

ſchedun tempo, differiſcono tra loro. Chiamaſi *uniſono*, l' accordar di due corde, le cui vibrazioni ſi fann' una per una: quella che fa due vibrazioni contro una, dà l' *ottava* al di ſopra; ſe ne fa tre, contro due, dà la *quinta*; quattro contro tre, la *quarta*; cinque contro quattro, la *terza maggiore*; ſei contro cinque, la *terza minore*.

Mà, come già ſi vede, tutte queſte concordanze d' una corda con l' altra, non hanno niente d' aſſoluto; il tuono ch' io chiamo ottava, quinta, &c. diventerebbe tutt' in un ſubito diverſiſſima coſa, ſe mutaſſi il tuono dell' altra corda, che mi ſerve d' oggetto di comparazione. Lo ſteſſo è da dire del ſuono, ch' io chiamo grave ed acuto; egli cambia denominazione, ſenza cambiar natura, ogni volta che viene a mutarſi il tuono, a cui lo paragono.

E' un grande inconveniente in Muſica, non avere un tuono fiſſo ed invariabile, che ſi poſſa ſempre ritrovare, ad a cui riferir tutti gli altri. Quella ſpezie di zufolo, ch'è in uſo, per determinare il tuono delle voci e degl' iſtrumenti in un concerto; o que' flautini che ſi dicono ſtare al tuono dell' Opera, non ſono mezzi ſicuri ond' evitare ogni variazione: l' eſperienza fa vedere, che tutti gl' iſtrumenti di tale ſpezie, ſiccome gli altri, non conſervano lo ſtato loro coſtantemente; ma quand' anche poteſſero conſervarlo, ſe vengono à perdeſi, o romperſi, come poi fare a rintracciare il loro vero tuono?

Di tutti i Fiſici, che hanno avuto per iſcopo di provedere la muſica di coteſto tuono fiſſo tanto bramato, niuno, ch' io ſappia, ha con mag-

maggior zelo adoperato, nè con maggior riuscita, di M. Sauveur; quantunque a dir vero, i mezzi da lui escogitati, non sembrino a me di quella semplicità, che promette un'invenzione pratica. Ne' suoi proprj Scritti, o negli Estratti di essi *, convien vedere, quanto egli abbia studiata questa materia, e fino a qual segno vi sia riuscito. Mi basterà dir quì per ora, che quest'ingegnoso e dotto Accademico, per determinare e fissare un suono, al di sotto del quale si prendesse la serie de'tuoni gravi, e al di sopra, quella de'tuoni acuti, s'approfittò d'una osservazione ch'ei fece, e che un orecchia attenta può fare, nel sentir accordare due tubi o canne d'organo. Il rientramento o la riunione delle lor vibrazioni si fa sentire per mezzo d'un suono più forte; e il tempo che passa da una riunione all'altra, è alle volte tanto sensibile che può essere misurato. Si sa, attesa la natura delle consonanze, quante vibrazioni convien che una delle due canne faccia nello stesso tempo, che l'altra ne fa un certo numero; che i due tubi accordati all' ottava, per esempio, l'uno fa due vibrazioni, mentre l'altro ne fa una solamente. Se l'intervallo da un rientramento all'altro fosse abbastanza sensibile, si potrebbe dunque sapere, quanto tempo spendono questi per fare due, quegli per fare una vibrazione. Così il tempo, durante il quale si fanno le vibrazioni di certo tuono, essendo determinato dall'esperienza, ed essendo altronde noto il numero delle vibrazioni che fanno gli altri tuoni nel

X 4 me-

* Mem. de l'Acad. des Sc. 1700.

medesimo tempo ; il Signor Sauveur prende per il tuono fisso , quello che fa 100. vibrazioni in un secondo , e si chiama *ottava fissa acuta* , quella ch'è al di sopra , cioè, il suono che fa 200 vibrazioni in un secondo ; ed ottava fissa grave, quella ch'è al di sotto ovvero il suono che fa 50 vibrazioni in un secondo.

Il Signor Salvadore , avendo per esperienza trovato, che un tubo d'organo d'in circa 5. piedi aperto, manda un tal suono fisso, di cui ho parlato poc'anzi, paragonò questa lunghezza con quelle di due altri tubi, l'un de' quali mandava il più grave suono, e l'altro il più acuto, che potesse l'umana orecchia distinguere ; e avendo esaminato, col paragone delle lor dimensioni, quante vibrazioni ciascun far potesse nel tempo d'un secondo, trovò, che il suono il più grave che noi possiam distinguere, proviene da un corpo sonoro, che fa 12 vibrazioni $\frac{1}{2}$ per secondo, che il suono il più acuto , fa in pari tempo 6400 vibrazioni; e però che 12 $\frac{1}{2}$ sta a 6400 , a un di presso , nella ragione di 1 a 512. , conchiuder si può, che l'orecchia è suscettibile di 512 gradi di sensazioni.

Una volta che si abbia un tuono fisso, mediante le canne degli organi, si può averlo per ogni sorte d'istrumenti; imperocchè una corda di viola, un flauto, un oboè ec. può mettersi all'unisono con la canna che darà il tuono fisso.

La grandezza delle vibrazioni non ha che fare al tuono: quando il corpo sonoro è stato poc'

anzi

anzi tocco, elleno sono da principio più estese, ed il suono n' è più forte; ma abbenchè in appresso diventino più picciole, ed il suono s' affievolisca in conseguenza, il tuono sussiste l' istesso sin al fine, perchè le vibrazioni, tutto che men grandi sul fine che sul principio, sono sempre della stessa durata: quest' è la proprietà de' corpi elastici. Non debbe però ciò intendersi fuorchè del suono principale, di quello che ogni orecchia intende e sente, dacchè il corpo sonoro è stato colpito; imperocchè, quando vi si bada un po più, ed a misura che il suono principale s' indebolisce, spessissimo si distinguono degli altri tuoni, di che proveremo di render ragione quì appresso.

Una corda fa delle vibrazioui tanto più frequenti, e per conseguenza rende un suono tanto più acuto, quant' ella è più corta, o men grossa, o più tesa. Se si vorrà dunque accordarne due che sieno della medesima materia, converrà aver riguardo a queste tre cose, alle loro lunghezze, alle loro grossezze, ed a' lor gradi di tensione.

1. Se due corde egualmente lunghe e grosse non differiscono fuorchè nel grado di tensione; le lor vibrazioni, in quanto al numero, sono come le radici quadrate delle potenze o delle forze che le tengono tese.

Vale a dire, che s' elleno fossero tirate da pesi, e una d' elle due lo fosse da un peso d' 1 lira, e l' altra da un peso di 4 lire: 2 essendo la radisce quadrata di 4, e 1 quella d' 1; le vibrazioni di queste due corde, in quanto al numero, sarebbono in proporzione di 2 a 1: e

secon-

secondo lo stesso principio, le vibrazioni sarebbono in proporzione di 3 a 2, se i pesi, che tendono le corde, fossero l' un di 9, e l' altro di 4 lire; perchè la radice quadrata di 9 è 3, e quella di 4 è 2.

2. Se le corde egualmente grosse, ed egualmente tese, non differiscono fuorchè in lunghezza, il numero delle lor vibrazioni, in tempi eguali, è in ragione inversa dalla loro lunghezza.

Vale a dire, che la più corta una volta, fa una volta più vibrazioni che l' altra, e che quella la quale è come 2 a 3, rispetto all' altra, fa 3 vibrazioni contro 2 &c.

3. Se le corde non differiscono che nella grossezza, elleno fan delle vibrazioni, i numeri delle quali sono in ragione recripoca de' diametri.

Vale a dire, che se una delle due è una volta più grossa, fa una volta meno di vibrazioni che l' altra, in un tempo dato. Se i diametri sono fra essi come 3 e 2, la più grossa fa 2 vibrazioni contro 3 &c.

VI. ES-

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La Fig. 22. rappresenta un istrumento, che si può chiamare *sonometro*, perchè serve a misurare e paragonare i suoni. Egli è una cassa lunga alzata su e fermata sopra un piede composto di due stanti, e d'una traversa; la tavola che è d'abete può aver tre piedi di lungèzza sopra 4. pollici di larghezza; ed è traforata o aperta con tre rosette, simili a un dipresso à quella d'una cetera, o d'un tamburino. Ad una delle due estremità son due leve angolari, che rassomigliano a quelle, che si adoprano per li campanelli negli appartamenti delle case, e le cui braccia formano un angolo retto. Alle braccia di queste leve sono attaccati da una parte due pesi A, B, i quali si possono cambiare; e dall'altra, due corde di violino, che si tendono colle caviglie C, D, che sono all'altra estremità della cassa. Queste due corde passano sopra due cavalletti fissi E, F, ch'elleno toccan' appena, e sopra i quali, quando sono tese, si fermano, col mezzo d'una vite, che spinge sopra un piccolo pezzo di legno. Vi è pur un altro cavaletto G, che scorre in un canale da un capo all'altro della cassa, il cui orlo o labbro è diviso in pollici, e linee; di maniera che appoggiando un poco la cima del dito sopra una delle due corde si può metterla in quella proporzione di lunghezza, che si vuole, con l'altra

senza

ſenza mutar ſenſibilmente il ſuo grado di tenſione quando ſi vuol tenere le corde in proporzioni note, s' attaccan de' peſi, de' quali ſi ſa il valore, in A e in B, e ſi girano le caviglie C, D, ſino a tanto che le braccia delle Leve facciano angoli retti, tanto con le corde ſonore, quanto con quelle, che ſoſpendono i peſi.

EFFETTI.

1. Le due corde eſſendo della medeſima groſſezza, e teſe con peſi ſimili, danno l' uniſſono quand' elleno ſono egualmente lunghe l' ottava, quando una delle due è la metà più corta, che l' altra, la quinta, quando ſono l' una un terzo più corta che l' altra.

2. Le due corde eſſendo della medeſima lunghezza e della medeſima groſſezza, s' accordano all' ottava, quando l' una è teſa da un peſo d' una lira, e l' altra da un peſo di 4 lire, elleno s' accordano alla quinta, quando i due peſi che le tengono teſe, ſono l' uno di 4, l' altro di 9. Lire.

3. Le due corde eſſendo egualmente lunghe e teſe da' peſi eguali, ſono d' accordo all' ottava, quando l' una è una volta più groſſa che l' altra; alla quinta, quando il diametro dell' una è a quel dell' altra, come 3 a 2.

SPIE-

SPIEGAZIONI.

Si sa, per quanto si è detto precedentemente, che i tuoni dipendono da un certo numero di vibrazioni che fa il corpo sonoro, in un tempo determimato; e che gli accordi non son altro, se non differenti ragioni o proporzioni di questi numeri fra essi. Così, poichè, so che deve sentirsi l'ottava, ogni volta che vi son due vibrazioni contro una; la quinta, quando ve n'ha 3, contro 2, ec. posso dunque, con tutta sicurezza, conchiudere queste proporzioni di numeri, dalli accordi che sento; così quando le due corde del mio sonometro sono all'unissono, qualunque possa essere allora la lunghezza grossezza, o tensione di ciascheduna, è certo che le loro vibrazioni sono isocrone, cioè; ch'elleno ne fanno una per una, o un medesimo numero nel medesimo tempo: e parimenti quand'elleno son d'accordo all'ottava, o alla quinta, ec. posso dire questo è, perchè le vibrazioni ch'elleno fanno, sono nella ragione reciproca di 1 a 2, di 3 a 2, ec.

Ora si è veduto, da risultati precedenti, che regolando la lunghezza, la grossezza e il grado di tensione delle corde, come detto avevamo che conveniva fare, per avere certe proporzioni ne' numeri delle vibrazioni, ne risultan degli accordi, che essenzialmente dipendono da queste proporzioni, e che non vanno senza di esse. Egli è dunque evidentemente provato, con la nostra esperienza, che le vibrazioni sono, come abbiam detto, tanto più pronte, quanto la corda sonora è più corta, più sot-

sottile o più tesa, o che la loro frequenza segue le proporzioni, che abbiamo stabilite.

Quello che addita qui l'esperienza, si trova perfettamente convenire col raziocinio. Imperocchè avendo tutti i corpi elastici vibrazioni tanto più pronte, quanto le loro parti sono più inflessibili o rigide, una corda che è più tesa, e le cui parti sono più tirate, dee fare vibrazioni più pronte, e mandare per conseguenza un suono più acuto: ed al contrario, quella che è meno tesa, e le cui parti sono più lasse, deve avere vibrazioni meno frequenti, lo che le dà un suono più grave. Ora una corda è meno tesa d'un'altra, quantunque sia tirata con un medesimo grado di forza, se ella è più lunga e più grossa, perchè allora questa forza che la tende, agisce sopra un maggior numero di parti, che dividono il suo sforzo; e per conseguenza ciascuna d'esse, considerata come una piccola molla si trova men tesa, di quel che sarebbe, se facesse parte d'una corda, o più sottile o più corta.

APPLICAZIONI.

L'esperienza precedente ci dimostra; perchè in tutti gl'istrumenti di musica, la parte sonora, cioè quella che si tocca per eccitare i suoni, è sempre disposta in tal maniera, che facilmente se ne può mutar le dimensioni, o il grado di tensione. Imperocchè per questi due mezzi, eglino divengono acconci ad esprimere la composizione del Musico. I cantini d'una sambuca, per esempio accordati all'unissono, figura-

figurano le arie, perchè i tasti che si colpiscono, accorciano esse corde più o meno, per formare i tuoni. Nel violino, le dita fanno l'ufizio de' tasti, premendo o strignendo le corde, su le divisioni del manico. Nel Cembalo dove ogni corda è fissata a un solo tuono, l' ampiezza e varietà de' suoni nasce da un maggior numero di corde, e dalle loro differenti lunghezze e grossezze.

Anche in un Istrumento da fiato, col mutar le dimensioni del corpo sonoro, si ottiene una serie di tuoni più gravi, o più acuti, gli uni che gli altri. Un flauto, od un flautino contiene una colonna d'aria, ch'è a parlar propriamente, la parte sonora di quest' Istrumento, come l'ho già detto di sopra. Ma questa colonna d'aria muta in qualche modo lunghezza, secondo il numero de' buchi, che si disturano, o che si tengo chiusi: poichè ciascuno di questi buchi facendo comunicar l' aria esterna con quella del Tubo impedisce che questo riceva in tutta la sua estensione, od in completa maniera, le vibrazioni, che vengono dalla bocca della canna *.

L'organo della voce potrebbe esser paragonato agl'istrumenti da fiato, purchè però non si cerchi qui una esatissima simiglianza; imperocchè non vediamo che l'arte n'abbia ancor prodotto alcuno che imiti assai da presso la natura. La *trachea arteria* Gg, H*b* *Figur.* 23. quel canale, per cui l'aria che respirasi, entra ne'

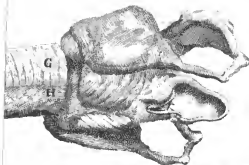
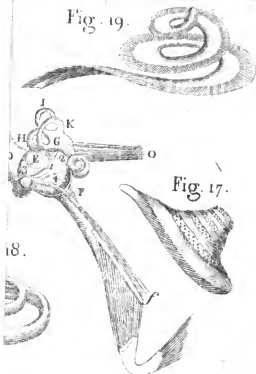
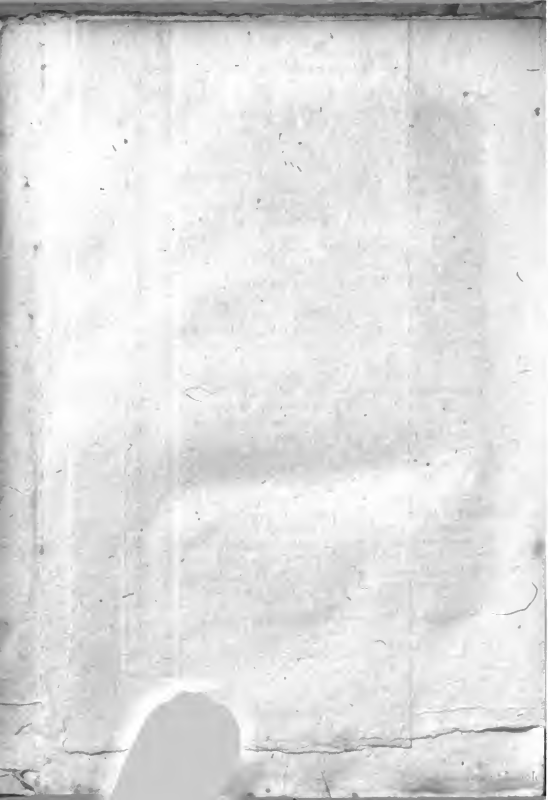
* Vedi, la spieg. del Signor Euler. Tentam. nov. Theor. Musf.

ne' polmoni, e terminato verso la bocca da una piccola fessura ovale *k*, nominata la *glottide*. La somiglianza ch' ell' ha con un flauto, o con una piva, avea anticamente fatto credere, che la voce si formasse in questa parte, come il suono in coteste sorte d' istrumenti. Ma il Signor Dodard considerando che il suono del flauto è eccitato dall' aria ch' entra nella canna, laddove la voce è comunemente formata dall' aria ch'esce dalla trachea, determinossi a pensare, con grandissima verisimiglianza, che la *glottide* sia l' organo principale, e che il canal ch' ella termina, faccia sol l' ufizio di portafiato.

Secondo il sistema di questo valente Fisico *. l'aria uscendo con più o meno di velocità per la glottide che ha a tal fine la facoltà di dilatarsi e ristrignersi, forma de' suoni più o meno gravi. Il suono formato in questa maniera va a risuonare nella cavità della bocca, e in quella delle narici; e nell' uscire, s' articola col moto della lingua e delle labbra. Così la trachea somministra l' aria, la glottide forma la voce, e ne regola il tuono, la lingua e le labbra ne fan delle parole.

Ecco (dic' egli) come la cosa passa per l' ordinario, ma si può nulladimeno e parlare e cantare aspirando; e vi son delle persone, che per abito, o per una certa disposizione d' organi, fanno sentire una voce oscura e soffocata, che formasi per mezzo dell' aria ch' entra nella trachea; costoro si chiamano *Ventriloqui*; cioè che palano col ventre. Tenevansi un

* Mem. de l' Acad. de. Sc. 1700. p. 242.

Fig. 19.
I
K
H
G
O
E
Fig. 17.
F
18.
G
H

un tempo per Maghi, e quasi dal Demonio posseduti; e troviam *degli Autori, non ispregevoli, che si son lasciati ingannare, a par col volgo, da una sì fatta giunteria.

Se attribuir dovremo i tuoni differenti della voce o del canto alle varie aperture della glottide converrà dire, che il suo piccolo diametro, che non ha più d'una linea cambiar possa di lunghezza 9632 volte, secondo il calcolo del Signor Dodard, per eseguire tutte le variazioni contermine de' suoni, onde la voce umana è suscettibile. Una tal divisione può aver mai luogo in una sì piccola estesa? Appena lo possiam concepire. Farebbe forse la glottide l' ufizio d'una piva di oboè, o di cornamusa, che, come ognun sa, non ha a far altro se non produrre il suono, ed i tuoni non già; e il canal della bocca che s'allunga, si ristringe, e si dilata secondo la qualità de' tuoni, farebbe forse anch'egli l'ufizio d'un zufolo o d'una fistula, che contiene più o meno d'aria, e che perciò diventa capace d'un suono più o meno grave? ovver queste due parti concorrono forse insieme alla formazione de' tuoni, l'una come una piva; che diventasse più o men grande, più o meno elastica; l'altra come un tubo od una canna che mutasse dimensioni?

Il Signor Ferrein ha messo di fresco questa quistione in un nuovo lume, servendosi di sperienze non men decisive che ingegnose e dilicate; colle quali ha provato che le due labbra

* *Liranus in 18. Deuter. Casserius de vocis organo.*

della glottide non battono già l'uno contro l'altro alla maniera d'una piva; ma che ciascuno di per sè, fregato dall'aria, che sen viene da' polmoni, risuona come una corda, sopra quale si striscia un archetto. Le sue osservazioni gli hanno fatto conoscere, che gli orli di queste due labbra, sono cordicelle tendinose, attaccate quinci e quindi a cartilagini, iservienti a tenderle più o meno: egli trova in questi diversi gradi di tensione, di cui sono suscettibili queste parti una spiegazione naturale di tutti i tuoni, onde è capace la voce umana; imperocchè si sa in generale; che una corda più o meno tesa manda un suono più o meno acuto.

Ma come poi ha potuto il Signor Ferrein sapere, che le due labbra della glottide non battono l'uno contro l'altro; che il solo ristrignimento di questa parte non basta per far ascendere la voce dai tuoni gravi ai tuoni acuti; e che l'aria scagliata da' polmoni per la trachea arteria dà un moto di vibrazione a coteste cordicelle tendinose, da lui perciò nominate, *Corde vocali*? Non converebb'egli, per saper ciò, aver veduta la stessa azione di queste parti, e allor poi giudicare della maniera, ond'ella si fa; e come giugner si può mai a vedere un meccanismo, che la natura ha messo fuori della sfera degli occhi nostri?

L'Ingegnoso Autore di queste scoperte, non potendo tentare le sue sperienze sopra uomini vivi, s'immaginò di render la voce ai morti. Addattò un piccolo mantice ad alcune trachee fresche fresche; l'aria ch'ei fece con precipizio passare per la glottide, mandò de' tuoni, e le sue congetture diventarono cognizioni assai

chia-

chiare. Vegganfi le Mem. dell' Accad. delle Sc. ann. 1747.

Una volta che la voce umana è formata, è che il fuo tuono è regolato, bifogna, per effere grata e foave, ch' ella efca e per la bocca e per il nafo: Ell' è diverfiffima da quel ch' effer dovrebbe, qualor rifuona folamente in una di quefte due cavità; non ci piace già di fentire uno che canti o che parli colle narici otturate: e diciamo comunemente ch' egli parla nel nafo, efpreffione affatto impropria, poichè appunto; quefto rimprovero fi dà, a chi col nafo veramente non parla.

Capiamo, fenza alcuna difficoltà, come due corpi fonori efeguifcano feparatamente le loro vibrazioni; come, efempigrazia uno ne finifca 4, mentre l' altro ne fa fol 2. o 3, perchè la frequenza di quefte vibrazioni dipende da un certo grado di elafticità, che ciafcun d' effi corpi feparatamente poffiede. Ma come poi due tuoni differenti fuffiftono ad un tratto nella medefim' aria, fe i tuoni non fono nell' aria fe non quello ch' eglino fono nel corpo fonoro, cioè una frequenza determinata di vibrazioni? Come la medefima maffa d' aria può dare diftintamente e nel medefimo tempo i fuoni di due corde, che fon' all' ottava l' una dell' altra, fe quefta efige 100 vibrazioni, e quella 200 per fecondo?

Ora quefta è ancor la metà fola della difficoltà, imperocchè quand' anche quefti due moti poteffero communicarfi, e confervarfi fenza confufione nella medefim' aria, refta tuttavia da fapere, per qual mezzo l' organo che riceve nel medefimo tempo le due impreffioni, non provi

una sensazione mista, o composta dell' una e dell' altra, come l' occhio vede del verde, allorchè è percosso a un tempo da due raggi, un giallo, e l' altro turchino.

All' ultima di queste due quistioni, non s' è alcuno preso da dovero la briga di rispondere; in quanto poi alla prima, si è preteso di farlo, con paragonare il movimento dell' aria, che trasmette i suoni, alle ondulazioni circolari, che si fan nascere in un' acqua quieta, qualor vi si gittano delle pietre. Imperocchè siccome queste ondulazioni (dicesi) s' intersecano senza confondersi, e si estendono separatamente sino al margine della conca, nella medesima guisa parimenti l' aria si carica di differenti suoni insieme, e li trasmette senza confusione sino all' orecchia.

Ma, oltre che non è già spiegare un Fenomeno, il paragonarlo ad un altro; questa comparazione è poi difettosa, e veggiamo svanire quasi ogni similitudine, dacchè facciamo attenzione alla natura de' movimenti da una parte e dall' altra.

Quando una pietra cade nell' acqua, ella abbassa la parte del fluido, che trova sotto di sè, e nel medesimo tempo solleva le parti vicine: ciascuna di queste parti sollevate; ricade con accelerazione più in giù del suo livello, e fa ascendere quella che immediatamente susseguc, il che continua sino a tanto, che ogni cosa abbia ripigliato il suo equilibrio. Queste librazioni, facendosi in una infinità di raggi che partono da un centro comune, rappresentano all' occhio quelle ondulazioni circolari, delle quali si favella, che si rallentano a mi-

misura che si estendono, e che tanto più lente si fanno, quanto son più deboli, sì per la cagione che le ha prodotte, sì per lo tragitto che hanno già fatto. Ma il movimento del suono nell' aria, è cosa affatto diversa; son' elleno vibrazioni d'un fluido elastico, che trasmettonsi con una velocità uniforme, e che non diventano nè più pronte, nè più lente, quando vien a variare la loro grandezza.

In oltre, quando le ondulazioni dell' acqua s' intersecano, non si può negare, che nel luogo dell' urto, il moto non si componga delle masse e delle velocità delle parti, che s' incontrano, e che un corpo collocato in questa intersezione non dovesse ricevere il moto composto. Non è già così di due suoni che adoperano sull' organo medesimo: ciascuno fa la sua impressione come se fosse solo, e l' orecchia li distingue mercè di due sensazioni differenti, quantunque simultanee. Così la comparazione dell' onde non spiega niente, e lascia intatte le due difficoltà da me esposte.

Il Signor de Mairan, dopo d' aver date dell' evidenti prove dell' accennata disparità propone, circa la propagazione de' suoni un sistema così semplice, e nello stesso tempo di così felice invenzione, che presto si dimentichiamo, ch' egli è un' ipotesi, dacchè l' applichiamo, ai fenomeni: egli ha questo di comune col sistema de' Colori di Neuton, a cui il Signor de Mairan può per molti conti paragonarsi.

Se si trattasse di decidere, se le molecule componenti la massa dell' aria, son tutte eguali tra esse, o se altre sono più altre meno picciole, in ogni sorte di gradi; e se bisognasse

 am-

ammettere una o l'altra di queste due supposizioni, qual partito si dovrebb'egli seguire? qual delle due parerebbe più verisimile? Essendo queste molecule, aggregati fortuiti di parti più sottili, che si uniscono, e si disuniscono per mille differenti cagioni, chi non s'indurrebbe a credere, ch'elleno differiscono in grandezza all'infinito, piuttosto che suppor *gratis*, ch'elleno si rassomigliano tutte perfettamente?

Questo pensiere, a cui è appoggiato tutto il sistema di M. de Mairan, è il solo che non passa la verisimiglianza; tutti gl'altri sono conseguenze così necessarie di questo principio, (una volta che l'ammettiamo) che non si può negare di dargli retta.

Se le molecule dell'aria sono di differenti grandezze differir debbono parimenti ne' loro gradi di elaterio, come una medesima lamina d'acciaio farebbe delle molle, altre più dure o inflessibili, altre meno, se fosse divisa in porzioni ineguali. Per tutto, dove si colloca un corpo sonoro, dev'egli dunque trovare nella massa comune, particelle d'aria, l'elaterio delle quali è analogo al suo, e capaci per conseguenza di ricevere, di conservare e di trasmettere le sue vibrazioni. Così due corde di differenti tuoni si fanno sentire mercè la medesima massa d'aria, ma per differenti parti di questa massa. Secondo questa spiegazione, si concepisce facilmente, come i tuoni non si confondono nel fluido, che li trasmette; imperocchè in questa maniera, cotesto fluido, avuto riguardo alle sue diverse parti, può ricevere vibrazioni più frequenti l'une dell'altre.

Quanto all'impressione de' suoni su l'organo dell'

dell' orecchia, conviene di nuovo badar bene, che la lamina spirale, che dee tenersi per la principal parte, è un adunamento di fibre, le quali vanno sempre scemando di lunghezza, dalla base fino alla punta della chiocciola, appresso a poco come le corde d'un salterio o d'un cembalo; ciascheduna ha un'Elasticità proporzionale alla sua lungheza, il che la rende opportuna a venire scossa da vibrazioni d'una certa frequenza solamente. Così Quando due tuoni pervengono all'organo nel medesimo tempo, ciascuno d'essi fa la sua impressione su la fibra, il cui elaterio è analogo alla frequenza delle sue vibrazioni; e queste due sensazioni separate, fan nascere due idee distinte: in somma, accade alle fibre della lamina spirale, quello che osserviam nelle corde d'un cembalo, od in ogni altro corpo sonoro, di cui si prende il tuono; se toccasi una corda, si fa risuonare quella ch' è all'unissono, non solamente sul medesimo instrumento, ma anche sopra d'un altro, che fosse collocato a lato; se si parla ad alta voce in un magazzino di vetraria, in una officina di Calderajo, in qualche altro dove sieno de' vasi cavi, si sente sempre risuonare qualche pezzo, mentre gli altri tacciono; e se si muta tuono. risponde un altro pezzo.

Ma dirà taluno, come può farsi, che una corda, la quale si fa suonare, trascelga precisamente le molecule d'aria che le convengono; e che l'aria interna dell'orecchia, che riceve il suo moto a traverso della membrana del tamburro attacchi con una simigliante elezione le fibre, che son unicamente atte a sentire un certo suono?

Cotesta corda non trasceglie in realtà; e l'aria dell'orecchia percuote indifferentemente tutta la lamina spirale; ma gli effetti sono li stessi, che se vi fosse una così fatta scelta: imperocchè quantunque molti corpi, che han differenti gradi di molla, comincino le loro vibrazioni nel medesimo tempo, se la causa che le mantiene, è determinata a un certo grado di frequenza, queste vibrazioni non possono continuare, fuorchè in quelli, il cui elaterio è analogo a questa frequenza; imperocchè quelli, la cui natura portasse, esempigrazia, di fare una vibrazione e mezza, contro una, non si troverebbono a tempo come le altre, per ricevere la seconda impulsione, ed il loro moto dovrebbe rallentarsi o cessare. Il corpo sonoro agisce dunque da prima su tutte le molecule d'aria che lo circondano; ma non continua efficacemente la sua azione se non su quelle che sono opportune a moversi precisamente come lui. La stessa cosa è, per le fibre della lamina spirale: e però che le nostre sensazioni non si compiono se non mercè d'uno scuotimento di certa durazione, la prima scossa che attacca tutta la parte indistintamente, è già passata, quando l'anima s'accorge dell'impressione che continua, sopra le fibre, che sono acconce a questa spezie di moto:

Non accade pensare tuttavia, che una corda pizzicata, metta solamente e mantenga in moto le particelle d'aria, che hanno una precisa analogia con la sua elasticità; ma ella adopera parimenti sopra quelle che sono *armoniche*; cioè, le vibrazioni delle quali ricominciano con

le

le sue, dopo un certo numero; ed agisce più fortemente sopra quelle, che sono più armoniche, o più prossimamente rientranti. La medesima corda fa dunque risonare da prima e molto più gagliardamente dell' altre, le particelle d' aria che son atte a far tante vibrazioni, quant' essa; e questo fa il tuono principale; appresso, e con meno di forza, quelle che fanno una vibrazione contra due; dopo queste, ed ancor più debolmente, quelle che fan due vibrazioni contro tre, ec. di maniera che dir si può, che un solo e medesimo corpo sonoro fa sempre un piccolo concerto: per verità, questi suoni armonici sono coperti dal suono principale; ma quando questi viene a indebolirsi, un' orecchia un po' dilicata non dura fatica a distinguerli.

Si potrebbe quì dimandare, 1. perchè noi intendiamo sol una volta il medesimo suono, quantunque abbiamo due orecchie d' un senso eguale l' una all' altra: in 2. luogo, per qual ragione tra tanti differenti tuoni, alcuni si fan meglio intendere, che alcuni altri, a persone di duro udito: in 3. luogo, come gli strepiti od i suoni d' una certa specie, o d' una certa forza, ci agitino le viscere, ci dan del gusto, o della pena.

L' unità di sensazione, quantunque prodotta da due impressioni distinte, viene senza dubbio dall' attaccar che fa il suono parti perfettamente simili, e che hanno un punto d' unione comune nel cerebro; ed è da credere, che non s' intenderebbe con l' una delle due orecchie, il suono il quale colpisse da un lato la quarta fibra della lamina spirale, e dall' altro la sesta del

mem.

membrana del medesimo nome. Questo non è il solo esempio, che vi sia nella natura, di due organi simili, che rapresentano una sol volta il loro oggetto, tuttochè la loro azione sia congiunta e uguale d'ambedue. Ordinariamente noi non vediamo doppio, quantunque sia certo, che l'immagine si dipinge egualmente nell' uno e nell'altr'occhio; e ciò addiviene per una ragione molto simile a quella che poc'anzi ho esposta; e cui particolarizzerò favellando della Visione.

L'efficazia di certi suoni maggiore che d'altri, i quali pure sono talvolta più forti, si potrebbe attribuire a qualche vizio della lamina spirale, che non l'occupasse però tutt'intera. Se, per esempio, le due estremità di questa parte fossero divenute meno sensitive, che il mezzo, per qualche accidente, la persona che avesse questa malattia non sentirebbe facilmente se non i suoni medii tra i più gravi ed i più acuti; e fra la molta gente, che veduta le venisse, infallibilmente si troverebbe qualcuno, il cui tuono di voce porterebbesi a cotesta parte sana, che farebbesi udire senza parlar più alto del consueto.

Finalmente i moti, che al di dentro di noi stessi sentiamo, quando udiamo suoni, o strepiti di certa spezie, si spiegano ancora con facilità, (se cercasi solamente la causa generale) dalle differenti impressioni, che si fan sul genere nervoso che s'estende a tutte le parti del nostro corpo. Imperocchè i nervi sono come corde elastiche differentemente tese, altre più lunghe e più grosse, altre meno. Ora tra tutte queste spezie di tremori, che i corpi sonori im-

primier possono all' aria che si tocca da tutte le parti, è quasi impossibile che non ve ne sia qualcheduna, di cui non sien suscettibili le fibre nervose di certe parti. Quando l' impressione è soave e moderata, noi la risentiamo con piacere; ma quando è troppo forte, e tende a distruggere o disordinare l' economia delle parti, l' anima che veglia alla conservazione del corpo, la disapprova, s' inquieta; e ciò nomasi appunto *dolore*; o *dispiacere*.

Ecco in di grosso, come son eccitate le nostre passioni dai suoni, secondo le loro spezie; certe arie musicali inspirano la effemminatezza, e l' amore de' piaceri; altre l'ardire e il coraggio; quali la tristezza, e quali il giubilo, &c: ma se facesse mestieri indicare le cagioni prossime, e dire determinatamente, perchè la tal musica fa tal impressione, sarebbe, cred' io temeraria l'intrapresa; bisognerebbe conoscere più a fondo quello che siamo, e la connessione, che vi è tra le nostre differenti facoltà.

L'istoria della Tarantola, che per molto lungo tempo s'è tenuta per sospetta, e che quasi più da niuno è messa in dubbio, è un esempio singolarissimo degli effetti della musica sul corpo umano: la morsicatura di quest' insetto, ch' è una spezie di ragno grosso, assai comune in Italia, attossica il sangue e cagiona accidenti molestissimi, e che talora giungono ad essere mortali. Quando si scopre, che qualcheduno ha questa malattia, si provan alla sua presenza diverse arie, e diversi istrumenti, sin a tanto che siesi trovata quella o quello, ch'è appropósito per la guarigione; la qual cosa si argomenta da certi gesti e da certi moti

ti fatti in cadenza, co'quali s'agita l'ammalato: si dice allora, ch'ei balla, ma tanto impropriamente, quanto impropriamente dicevan gli antichi che si muore ridendo, mangiata che uno abbia la cicuta, a causa di certe smorfie o ceffi che vedean fare al moribondo, colla cicuta avvelenato. Chechè sia di ciò, queste agitazioni e questi salti ordinariamente promovono una salutare traspirazione la quale si procura di reiterare di quando in quando col mezzo medesimo, fin a tanto che cessando i sintomi, si fa palese, essere tutto il veleno dissipato.

Non in questa malattia solamente può aver la musica buoni effetti: veduti abbiamo degli uomini, assaliti da febbri caldissime, commoversi ad una suonata di violino, saltare, sudare dalla fatica, e guarire *.

Finalmente s' attribuiscono pure allo strepito del tuono alcuni effetti maravigliosi, e molti de' quali paion avere della realità; ma n' e forse la cagione il tremito, o l' agitazion particolare dell'aria cagionata da questa Meteora? ovver dobbiàm noi incolparne l'esalazioni, che ordinariamente regnano ne' tempi procellosi? La cosa non è facile da decidere.

de'

* Mem. de l'Acad. des Sc. 1708. p.22.

de' VENTI.

Il Vento non è altro che un'aria agitata; una porzione dell'atmosfera che si muove, come una corrente, con una certa velocità, e con una direzione determinata.

Questa meteora, se s'ha riguardo alla sua direzione, piglia diversi nomi, secodo i diversi punti dell'Orizonte, da'quali ella viene. Si chiama vento di Tramontana, di Mezzodì, di Levante, o di Ponente, quello che soffia dall'uno di questi quattro punti cardinali. Vento di Greco, di Garbino, &c. quello che tiene il mezzo tra Levante e Tramontana, tra Mezzodì e Ponente, &c. vento di Greco-Tramontana, d'Ostro-Garbino, &c. quello che tiene una volta più della Tramontana che del Levante, una volta più del mezzodì, che del Ponente, &c. Comunemente questa divisione de' venti giunge fino a 32. Vedi la *Figura* 24. e si potrebbe ancora estendere, se tutte le loro variazioni osservar si potessero.

Tre sorte di venti principalmente possiam distinguere: gli uni, che chiamansi *generali* o *costanti*, perchè soffiano sempre in una certa parte dell'atmosfera; come quelli che continuamente regnano tra i due Tropici, &c. gli altri che chiamiamo *periodici*, i quali cominciano e finiscono sempre in certi tempi dell'anno, o da certe ore del giorno, come gli antichi *Etesii*, e gli altri detti in oggi *Monsons* da' Naviganti che per esempio soffiano da Sirocco, cominciando da Ottobre fino a Maggio, e da Maestro da

Mag-

Maggio fino in Ottobre tra la Costa di Zanguebar, e l' Isola di Madagascar: come pure il *vento da terra*, ed il *vento da mare*, che sempre insorgono, questo la mattina, e l' altro la sera. La terza spezie finalmente è de' venti *variabili*, tanto per la loro direzione, quanto per le loro velocità, e durata.

L' istoria de' Venti è più che mediocremente nota, mercè le Osservazioni di parecchi Fisici, che hanno viaggiato, e che si sono applicati nel lor paese per buon numero d' anni alla cognizione di questa meteora. Il Sig. Muschenbroek n' ha fatta una Dissertazione molto curiosa *, dove ha inserito non solo le sue osservazoni, ma quanto ha potuto raccogliere dagli scritti d' altri; come dall' Halleio, da Derrhan &c. La sua Opera si trova per tutto, e ad essa io rimetto il Lettore. Ma molto ci vole ancora perchè siamo informati delle cagioni; intendo le più rimote, quelle che causano i primi movimenti nell' atmosfera; imperocchè in genere si sa, che i venti immediatamente nascono da un difetto d' equilibrio nell' aria, perchè quando certe porzioni dell' atmosfera diventano più caricate, più dense, più elevate, o più premute che le altre, essendo allora più pesanti, devono colà trasportarsi e scorrere, per ove ha meno di resistenza, e spignere dinanzi a sè le altre parti, che sono più deboli, a un dipresso come l' acqua d' un canale, sollevata in un luogo da una pietra dentro gittatavi, si move in onde, da un capo all' altro; ma chi poi è quegli che ha

* Saggi di Fisica, Tom. 2. Viaggi di Dampier, Tom. 2.

ha gittata la pietra, quando vediamo agitarsi l'atmosfera? Questo noi sappiamo, se non molto imperfettamente *.

I Fisici, che su tale materia han ragionato, convengon tutti, che i venti possono da più differenti cagioni provenire: il freddo, e il caldo, che regnano talora in una parte dell' atmosfera, mutano ivi la densità dell'aria; e per conseguenza il suo volume nel più o nel meno: ed allora le parti vicine sono più lungi sospinte, ovver si ravvicinano d'avvantaggio. Se la cagione che rarefà l'aria, è regolata e continua, si capisce bene, che questa regolarità influisce sul vento ch'ella produce; quindi è, che con verisimiglianza s'attribuiscono i venti da Levante al Ponente nella Zona Torrida, al moto giornaliero della terra: imperocchè quella porzione dell'atmosfera, ch'è racchiusa tra i due Tropici, presentando successivamente tutte le sue parti al Sole, soffre per il calor di quell'Astro, rarefazioni, le quali di continuo e con regolarità mutano l'equilibrio dell'aria, e però che il movimento apparente del Sole s'estende in sei mesi dall' un all'altro tropico, cotesti venti generali patiscono alcune variazioni periodiche e relative ai diversi aspetti del Sole, come s'osserva in fatti. Dalle esalazioni che s'adunano, e che fermentano insieme nella mezzana regione dell'aria, possono parimenti nascere nell' atmosfera de' movimenti; così è paruto al Signor Homberg, e ad alcuni altri Fisici: e se i venti possono da questa cagione provenire,

com' è

* Vedi l'opere di Mariotte pag. 340.

com'è probabile, non si dee maravigliarsi, che soffino a maniera di scosse e di sbuffari, poichè le fermentazioni alle quali s'attribuiscono, non possono esser appunto se non esplosioni subite ed intermittenti.

Queste fermentazioni accadono frequentemente nelle grotte sotterranee, per la mescolanza delle materie grasse, oliose, sulfuree, e saline, che ivi trovansi; e però molti Autori hanno attribuiti i venti accidentali a queste sorte di eruzioni vaporose. Connor (*Differtat. Medico-Phys. art. 3.*) riferisce, ch'essendo egli andato a visitare le miniere di sale di Cracovia, aveva da lavoratori, e dal padrone medesimo udito, che da' ripostigli, e da' recessi interni della miniera, si solleva talor una tempesta sì grande, che rovescia e attera color che lavorano, e porta via le lor capanne. Gilbert, Gassendi, Scheuchzero, &c. fan menzione d'una gran quantità di caverne di questa spezie, donde alle volte escon de' venti impetuosi, che, nascendo sotto terra, si dilatano, e continuano per qualche tempo nell' atmosfera.

Adducesi parimenti l'abbassamento delle nuvole, la loro accumulazione, con le grosse pioggie, come varia e moltiplice, cagione, che fa nascere, o che rinforza il vento, e in fatti una nuvola è bene spesso vicina a sciogliersi, in un tempo tranquillo, quando all' improvviso sorge un vento impetuosissimo; la nuvola preme l'aria tra sè e la terra, e la sospigne con pronto e rapido moto.

Finalmente, se lice avventurar congetture, dopo d' aver mentovate più opinioni probabili, potrebbesi forse attribuire ancora l' origine del vento

vento alla grande quantita d'aria, che si sviluppa ed esce dai misti, in certi luoghi e in certe stagioni: imperocchè abbiam fatto vedere sul fine della precedente Lezione, che quest'aria quand'e sviluppata, occupa molto più di luogo nell'atmosfera, che non ne occupava nelle materie, delle quali era in prima una parte costitutiva. Ora in autunno, per esempio, se fa un tempo umido e caldo, onde avviene per lo più una pronta e abbondante putrefazione delle piante, e delle foglie, cadute dagli alberi, l'atmosfera dee naturalmente gonfiarsi e impregnasi in vicinanza de' luoghi, dove i detti effetti succedono; ella è sforzata poscia di rifluire o scorrere su le parti vicine; queste addosso ad altre, e forse tanto sensibilmente, che ne nasca quello che vento chiamiamo.

Quest'idea si potrebbe avvalorare, con pigliar la cosa da lato contrario così: se fosse vero, che il disfacimento de' misti, potesse con sufficiente pronteza dare una quantità d'aria capace di interrompere l'equilibrio dell'atmosfera, si potrebbe pur pensare, che nella primavera e ne' luoghi, dove la natura più s'adopera e s' affatica in tutte le sue produzioni, deve assorbirsi molt'aria; e posson darsi tali circostanze, che l'equilibrio dell' atmosfera ne verrebbe alterato. Ma non ci abbandoniamo di soverchio a tali congetture e fantasie, che non sono ancor'appoggiate a prove ben ferme.

Molti Fisici hanno studiato di misurare la velocità de' venti, con dar loro in balia a traportare alcune piumette, ed altri corpi leggieri; ed esaminando quanta strada questi corpi facessero in un tempo determinato, dal vento

sospinti. Ma avvegnachè tali sperienze paiano semplicissime, e d' una somma facilità; quei che le hanno fatte, son così poco d'accordo fra loro, circa gli effetti, che niente di certo se ne può conchiudere. Il Signor Mariotte ha dedotta la velocità del vento il più impetuoso e vuole ch'egli percorra 32 piedi per secondo: il Signor Derrham la trovò di 66 piedi Inglesi per ogni secondo, cioè circa il doppio più grande; donde può nascere tal differenza? Questi due dotti Fisici mancavano di regola certa, per giudicare accuratamente e precisamente, qual sia il vento più impetuoso: e forse M. Mariotte ha preso per il più gagliardo vento di tutti, quello che poteva essere più grande ancor una volta.

Le girandole o banderuole ordinarie, come ognun sà, insegnano la direzione del vento: ma la insegnano solamente a quelli, che possono giungere con l'occhio alla cima degli edifizj, dov'elle son poste, e che conoscono i punti principali dell'orizonte del luogo. Affin di rendere più comodo l'uso di tale strumento, in vece di far girare la latta od il ferro girevole sul suo gambo, ella vi si dee attaccare in modo, (e molti gia l'usano) che la girandola faccia girar con se stessa lo stilo o piede medesimo, dov'è inserita; e dall'altro capo del gambo o stilo, che corisponde, se si vuole, a qualche stanza, congegnarli un rocchello, che guida una ruota dentata, e a questa ruota uno stilo, il quale segna i venti sopra un cerchio. (*Vedi le Ricreazioni Matematiche d' Ozanam*, *Tom.* 2.)

La forza del vento, come quella degli altri cor-

corpi, dipende dalla sua velocità, e dalla sua massa, cioè dalla quantità d'aria che si muove: laonde il medesimo vento fa tanto maggiore sforzo, quanto l'ostacolo, che incontra, presentagli direttamente maggiore superfizie; per tal ragione si spiegano più o meno le vele d'un vascello: si dan più o meno d'ale ad un molino da vento, e gli alberi men d'Inverno, che di State, soggetti sono a venir rotti dalla violenza de' venti, perchè nella prima delle dette stagioni, non essendo vestiti di foglie, danno ai venti minor presa.

Si può conoscere la forza relativa de' venti col mezzo d'un picciol molino, il cui stipite è guernito d'una lumaca conica, sopra la quale s'avvoltichia una corda, da cui pende un qualche peso: imperocchè esponendo questa macchina all'aria libera, il mulinello subbito gira, e poi si ferma, quando il peso giunge a fare equilibrio col mulinello; ora essendo noti i raggi di questa lumaca, o almen facili a conoscere, si può con tutta facilità comparare le forze, che hanno fatto equilibrio ai venti, in varj tempi.

Tra tutte le macchine, a misurare i venti, e che però son chiamate *Anemometri*, la più ingegnosa, ch'io abbia veduta, è quella del del Signor conte d'Ons-enbray, descritta minutamente nelle Mm. dell'accad. delle Sc. per l'anno 1734. Non solo ella addita la velocità e la direzione del vento: ma ne tiene conto, supplendo all'osservatore lontano; e dopo 24 ore si vede, quai venti abbiano regnato, e quali velocità e durazioni ciascuno ha avute nel detto spazio di tempo

La natura, che non fa niente d'inutile, sa trar vantaggio da' venti: eglino in fatti trasportano le nuvole, per irrigare e fecondare le varie parti della terra: eglino le dissipano, perchè succede la calma alla tempesta; per mezzo di questi movimenti, e di queste agitazioni l'aria si rinova e si purga, ed il caldo e il freddo si trasmettono da un paese all'altro. Accade pure talvolta, che in ricambio di tai vantaggi, qualche perdita si risente: imperocchè, se il vento viene da un luogo mal sano, egli ne apporta le cattive qualità, e serve di veicolo all'infezione; ma questi sono casi particolari e rarissimi; e il loro numero decade a dismisura dagli infiniti vantaggi, che dal vento caviamo.

Ci maravigliamo sovente, nel veder nascere certe piante su la cima d'una torre, sul tronco d'un albero, ec, dove non si può credere che alcuno siesi presa la briga di seminarle; quest' è opera del vento, che solleva in polvere la terra, e quindi le semente assieme, che l'acqua del cielo fa poi germinare. Per la stessa ragione la gramigna, e tutte l'erbe de' campi, si moltiplicano e crescono in quantità in luoghi, dove bene spesso vorrebbesi, che non allignassero.

L'arte imitando la natura, ha trovato nei venti, de' motori validi, che ci proccacian comodi immensi, e che estendono e dilatano il nostro comercio: quanto non sarebbe ristretta e limitata la navigazione, se i vascelli non andassero che a forza di remi, come le galere? I viaggi di lungo tratto sarebbono impraticabili per la loro lentezza, e per lo dispendio degli equi-

equipaggi: dovechè coll'ajuto de' venti, e delle vele che ne ricevono l' impulsione un picciol numero di marinari ben esercitati nel governo delle vele, conduce con tutta diligenza e sicurezza, un picciolo esercito di soldati, od un magazzino enorme di mercanzie, da un lido all'altro dell'Oceano.

Quali ajuti non ricaviam noi da'molini a vento, per macinare il grano, per estrarre l'olio delle semenze, per folare i panni, segare i legni, stemprare i colori, od altre materie, &c. quanti uomini, o quanti cavalli, non converrebb' egli impiegare, per far tutta la farina, che il vento prepara co'mulini di Montmartre, o altrove vicino a Parigi? Tutti questi lavori si compiono con poca spesa, col mezzo di quattro ale, che fan l'ufizio di lieve, e che presentano il loro piano, in una maniera obliqua alla direzione del vento: la potenza che opera di continuo sopra questi quattro piani inclinati, li costrigne a rinculare d'ogni ora; lo che far non possono, se non girando, e facendo girare l'asse od il tronco a cui sono attaccati.

Con una molto simigliante meccanica trovano i fanciulli il secreto di far volare que' telaj coperti di carta, chiamati da loro *Comete*: imperciocchè la cordicella, con cui le rattengono, è sempre attaccata in maniera, che cotesto piano presentasi obliquamente alla direzion del vento, ed allora l'impulsione dell'aria tende sempre a farlo ascendere, descrivendo l'arco d'un cerchio, che ha per raggio la cordicella tenuta in mano da colui che governa la *cometa*. Ma però che è mestieri, che l'asse AB sia sempre inclinato al vento CD per una certa quantità,

tità, al di sotto di cui, e al di sopra non averebbe più l impulsione l'effetto che si vuole; si ha l'avvertenza di far isvolgere, o scorrere a poco a poco la corda; e per tal mezzo trovandosi la *Cometa* puerile all'estremità d'un arco simile, ma d'un circolo più grande, il suo asse *ab* è sempre egualmente inclinato al vento *c d*; e il grado d'elevazione è maggiore. Vedi la *Figura* 25.

L'ajuto del vento è così opportuno, ed i suoi vantaggi sono sì noti a chiunque, che quando egli non soffia, o quando noi non siamo a tiro di servirsene, ci pigliam la briga di procacciarne artificialmente: si agita l'aria con un ventaglio, o in altra guisa, per darsi del fresco; il fabbro si vale d'un mantice, per eccitare il fuoco; ed il pistore netta il grano, con farlo passare davanti a una spezie di ruota guernita di quattro ale, ch'ei fa girare, per movervi l'aria sopra, e portar via la polvere: questo cribro, che viene originariamente di Germania, è stato perfezionato, e conosciuto a Parigi e nelle sue vicinanze, per l'opera e diligenza del Sign. d'Hecbourg, uficiale emerito d'Artiglieria; io so per mia prova, e per lo grande spaccio, che gli ho veduto fare di questa macchina, quant'ella sia utile, a coloro, che hanno del grano in copia da mondare e da conservare.

Fine del terzo Volume.

III. XI. LEZIONE. Tav. 4.

Tramontana

Greco

Levante

Sirocco

Mezzodi

Ostro

Fig. 20.

Fig. 25.

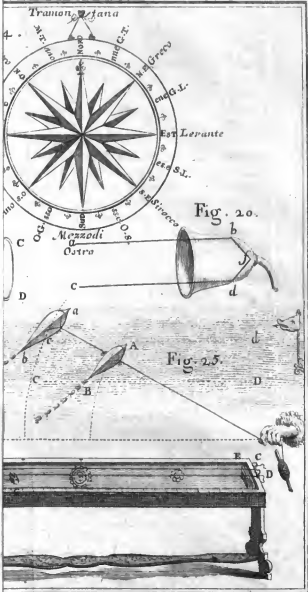



TAVOLA DELLE MATERIE

Contenute in questo terzo Volúme.

IX. LEZIONE.

Sopra la Meccanica.

Discorso Preliminare, ove si pongono certe nozioni necessarie per l'intelligenza delle materie contenute in questa Lezione. pag. 5

PRIMA SEZIONE.

Della Leva. 15

PRIMA ESPERIENZA.

Con la quale si prova 1. *che un peso adoperante come potenza, o come resistenza, per una Leva del primo genere posta orizzontalmente, ha tanto maggior forza, quanto è più lontano dal punto d'appoggio.* 2. *che due masse eguali opposte l'una all'altra sopra una simile Leva non possono essere in equilibrio, se non quando sono a eguali distanze dal punto d'appoggio;* 3. *che due pesi ineguali vi esercitano*

no l'un contro l'altro forze eguali, quando le loro distanze dal punto d'appoggio comune, sono reciprocamente come le masse. 18

II. ESPERIENZA.

Che prova le medesime proposizioni con leve del 2. e del 3. genere. 20

COROLLARIO.

Nel quale si giustifica una proposizion d'Archimede. 22

APPLICAZIONI.

Di questi principj a molte sorte di leve, impiegate dall'arte e dalla natura ec. ibid. e seg.

III. ESPERIENZA.

Per provare che lo sforzo d'una potenza è il maggiore che possa essere quando la sua direzione è perpendicolare al braccio della leva, per cui agisce. 29

IV. ESPERIENZA.

Che fa vedere, che due potenze opposte, col mezzo d'una stessa leva, conservano costantemente fra esse l'istesso rapporto, se le lor direzioni, di perpendicolari ch'erano, diventano egualmente oblique di qua e di là, alle braccia della Leva. 31

V. ESPERIENZA.

Per cui si vede che lo sforzo d'una potenza scema tanto più, quanto più la sua direzione diventa più inclinata al braccio della Leva; e si conosce qual sia la legge di tale scemamento. 32

APPLICAZIONI

Di questa Teoria all'uso delle manovelle, ed altre Leve, che s'impiegano per movere le macchine. 35

VI.

VI. ESPERIENZA.

Che prova 1. *che il punto d'appoggio d'una Leva è caricato della somma delle due forze assolute, quando le loro direzioni sono parallele fra esse;* 2. *che la resistenza del punto d'appoggio in tal caso, si fa in una direzione parallela a quelle della potenza e della resistenza.* 40

VII. ESPERIENZA.

Per provare, che quando le direzioni delle due forze opposte sono inclinate l'una all'altra, il punto d'appoggio non porta se non una parte del loro sforzo, ec.

VIII. ESPIRIENZA.

Con la quale si fa vedere di quanto sia caricato il punto d'appoggio, e qual sia la direzione del suo sforzo o della sua resistenza, quando le potenze opposte sono in equilibrio, operando con braccia di leva ineguali. 43

IX. ESPERIENZA.

Che conferma questa Teoria. 41

APPLICAZIONI

Di questi principj a più casi; dove mostrasi che il punto d'appoggio trovasi troppo debole, o perchè non è proporzionato alle potenze, o perchè la sua resistenza si fa in una direzione svantaggiosa. 46

Delle macchine, che son composte di Leve o che operano come Leve. 51

Della Bilancia comune, o della Romana. 51

Delle Carrucole. 60

X. ESPERIENZA.

Per mostrar che una carrucola può essere adoprata come una leva del 1. *genere di braccia eguali ec.* 61

XI. ES-

XI. ESPERIENZA.

Con cui si dimostra che le potenze applicate ad una carrucola, operano tanto più fortemente, quanto la loro distanza dall' asse è maggiore. 63

XII. ESPERIENZA.

Che prova che l' asse d' una carrucola è caricato della somma totale della potenza della resistenza, e che lo sforzo ch' egli sostiene si fa in una direzione parallela alle loro, o che tende al loro punto di concorso. 64

APPLICAZIONI

Vantaggiose delle carrucole, ne' casi ne' quali le leve semplici sarebbono o insufficienti o men comode. 65

XIII. ESPERIENZA.

Per far vedere che le carrucole possono essere impiegate come leve del 2. o del 3. genere. 68

APPLICAZIONI.

Alle carrucole moltiplicate. 71
Delle Ruote dentate, ed altre. 73
Del Martinello, e dell' Arganello. 78

SECONDA SEZIONE.

Del piano inclinato. 80

I. ESPERIENZA.

Con la quale si prova che la potenza che opra per un piano inclinato, è nella posizione la più vantaggiosa, quando opra parallelamente al piano. 81

APPLICAZIONI

Di questo principio a molti fenomeni familiari. 85
Delle Macchine che sono composte di piani inclinati. 88
Del Cuneo. ibid.

II. ESPERIENZA.

Che fa conoscere 1. che il cuneo può servire a vincere grandi resistenze. 2. qual sia la relazione delle

le potenze che adoperano l'una contro l'altra col mezzo di questa Macchina. 92

Applicazioni

Della Teoria del Cuneo. 94

Della Vite e delle sue proprietà. Descrizione e spiegazione della vite d'Archimede ec. 96

TERZA SEZIONE.

Delle Corde. 102

I. Esperienza.

Che fa vedere che la resistenza cagionata dalla durezza e rigidezza delle corde, cresce in ragione diretta dei pesi o delle forze che le tengon tese. 105

II. Esperienza.

Per provare che la durezza, o rigidezza delle corde cresce come il loro diametro. 107

III. Esperienza.

Con la quale si vede che le corde diventano più rigide a misura che involgono più piccioli cilindri, ma che questa resistenza non seguita la proporzione de' diametri di questi cilindri. 109

Applicazioni

Di questi principj. 110

IV. Esperienza.

Che prova, che l'attorcimento diminuisce la forza delle corde. 116

Applicazioni

Di questa Cognizione alla fabbrica ed all'uso delle gomene ec. 118

V. Esperienza.

Per far vedere, che l'umidità raccorcia, e fa storcere un poco le corde, che son fatte di fila, o di cordicelle attorte insieme. 120

VI. Esperienza.

Che fa conoscere il prodigioso sforzo d'un fluido che s'insinua per angusti passaggi ec. 121

AP-

APPLICAZIONI.

Delle due ultime Esper. agli Igrometri. 123

X. LEZIONE

Sopra la natura e la proprietà dell' Aria.

PRIMA SEZIONE.

Dell' aria condensata in se stessa. 129

I. ESPERIENZA.

Con cui si prova che l' aria ha una gravità assoluta ec. 136

II. ESPERIENZA.

Che prova che la densità dell' aria cresce come i pesi che la comprimono; restrizione di questa legge. 150

III. ESPERIENZA.

Che fa vedere che la molla dell' aria compressa, eguaglia nella forza, la potenza che l' ha messa in questo stato. 154

IV. ESPERIENZA.

Dei due Emisferi ec. 156

V. ESPERIENZA.

Che dimostra che l' aderenza dei due emisferi della prec. Esper. proviene dalla pressione dell' aria esterna. 157

APPLICAZIONI

De' principj posti nelle Sperienze precedenti ec. ove si parla della Macchina Pneumatica ec. 160

VI. ESPERIENZA.

Dell' uscita dell' acqua in forma di getto. 166

VII. ESPERIENZA.

Dell' archibugio a vento. 169

APPLICAZIONI

Della molla dell' aria compressa, alle trombe ec. 171

VIII. ESPERIENZA.

Per far conoscere in quale proporzione il calore accresce il volume d' aria. 173

AP-

APPLICAZIONI
Di questa Causa a diversi effetti. 181
IX. ESPERIENZA.
Che fa conoscere, con quale proporzione il calore accresca la molla dell' aria. 185
APPLICAZIONI
Di questo principio alla costruzione d' un Termometro. 188
X. ESPERIENZA.
Degli animali nel Vuoto. 191
XI. ESPERIENZA.
Dei Pesci nel vuoto. 192
APPLICAZIONI
Della necessità dell' aria per conservar la vita animale. 195
XII. ESPERIENZA.
Della Fiamma nel Voto. 205
XIII. ESPERIENZA.
Per provare, che senza aria il fuoco il più attivo non genera luce. 206
XIV. ESPERIENZA.
Con cui si vede che la polvere da Cannone non si accende appena, e non fa esplosione nel Vuoto. 207.
APPLICAZIONI *di questo principio a diversi effetti naturali, giornalieri.* 210
XV. ESPERIENZA.
Per provare che vi ha molta aria ne' corpi solidi. 214
XVI. ESPERIENZA.
Con la quale si vede che ve n'ha molta ne' liquidi. 216
XVII. ESPERIENZA.
Per paragonare il volume d' aria ch' esce dall' acqua alla quantità dell' acqua medesima donde si è fatta uscire. 222
XVIII. ESPERIENZA.
Per conoscere il volume d' aria ch' esce da una certa quan-

quantità di zucchero, che si scioglie. 224

XIX. ESPERIENZA.

Con la quale si fa vedere che il volume d'aria, cavato da una materia, pareggia bene spesso 200 ovvero 300. volte quello della materia donde esce. 225

APPLICAZIONI

Di questa causa, per rendere ragione delle coliche ventose, delle eruttazioni, ec. 233

XX. ESPERIENZA.

Per conoscere in quanto tempo l'aria rientri ne liquori ec. 237

APPLICAZIONI

Di questa cognizione ed alcuni saggi intorno ai mezzi di introdurre odori ne' liquidi. 240

XI. LEZIONE.

Continuazione del Discorso intorno alle proprietà dell'Aria

SECONDA SEZIONE.

Dell'aria condensata come atmosfera terrestre, 241

ARTICOLO I.

Dell'atmosfera considerata come un fluido in quiete 243

I. ESPERIENZA.

Con la quale si vede che il mercurio s'abbassa nel barometro a misura che l'altezza dell'atmosfera si diminuisce, la proporzione di quest'abbassamento. 245

APPLICAZIONI *di questa Esperienza per conoscere il peso dell'Atmosfera ec.* 250

II. ESPERIENZA.

Per provare che l'aria dell'atmosfera è caricata di parti acquose. 259

III. ESPERIENZA.

Con la quale si scorgono visibilmente i corpi stranieri,

ri, che fluttuano nell' aria dell' atmosfera, 261

APPLICAZ. *Alle materie acquose, delle quali descrivesi la storia.* 263

ARTICOLO II.

Dell' atmosfera considerata come un fluido in moto 281

Del Suono in generale. 282

De' Corpi sonori. 283

I. ESPERIENZA

Che fa conoscere, che il suono consiste primitivamente nelle vibrazioni del corpo sonoro. ibid.

II. ESPERIENZA.

Che prova la stessa cosa. 284

APPLICAZ. *Di questo principio alla scelta delle materie delle quali si fanno i corpi sonori, alla loro preparazione: alla percussione ec. de' fluidi, che produce suoni ec.* 288

Del mezzo che trasmette i suoni. 292

III. ESPERIENZA.

Del suono provato nel Vuoto. 293

IV. ESPERIENZA.

Del suono provato nell' acqua. 294

APPLICAZIONI

Delle dette esperienze: osservazioni sopra la transmissione de' suoni nell' acqua ec. circa la propagazione de' suoni dell' atomosfera ec. 298

V. ESPERIENZA.

Che fa conoscre in qual proporzione e secondo qual Legge l'intensità del suono cresca o scemi, avuto riguardo alla distanza del corpo sonoro, alla densità, o alla molla dell' aria che trasmette il suono. 303

APPLICAZIONI

Delle cognizioni che deduconsi da quest' esperienza, a certi indebolimenti de' suoni: nuova spiegazione de-

degli effetti dell' Istrumento detto Portavoce, e di alcuni Fenomeni che dipendono dalla stessa cagione. Dell' Eco. 308

Dell' udito e del suo organo. 314

Descrizione dell' orecchia. 317

De' suoni comparati. 323

VI. ESPERIENZA.

Del sonometro. Si fa conoscere il rapporto che vi ha tra le lunghezze, grossezze, tensioni e densità relative delle Corde, e i diversi tuoni che producono. 331

APPLICAZIONI

De' principj stabiliti con questa Esperienza, agl' istrumenti di Musica; esame de' principali sistemi circa l'organo della voce, e circa le sue funzioni. Si spiega, secondo il sentimento di M. Mairan, la propagazione distinta dei differenti tuoni simultanei. 334

De' VENTI. 349

Fine della Tavola del Tomo III.